MANUAL DO ALUNO

Princípios básicos em higiene ocupacional

Outubro de 2010

RECONHECIMENTOS

Este manual foi originalmente desenvolvido em nome da GlaxoSmithKline por Adrian Hirst of Hirst Consulting Limited, UK.

No desenvolvimento deste manual, assistência considerável foi recebida e o autor gostaria de expressar seu agradecimento às seguintes pessoas por seu suporte ou contribuição.

- Steve Bailey
- Roger Alesbury
- Phil Johns
- Brian Davies
- BP International Limited
- GSK

OHTA agradece à GlaxoSmithKline por seu suporte financeiro ao projeto.

Apoiado por

Este trabalho está licenciado sob Creative Commons Atribuição n° Derivativo

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO **11**
1.1 HISTÓRIA 13
1.2 A IMPORTÂNCIA DA HIGIENE OCUPACIONAL 16
2 **F**ISIOLOGIA HUMANA E DOENÇAS INDUSTRIAIS **18**
2.1 PELE 18
2.1.1 Dermatite 19
2.1.2 Danos físicos 20
2.1.3 Agentes biológicos 20
2.1.4 Câncer 21
2.1.5 Outros efeitos 21
2.2 SISTEMA MÚSCULO ESQUELÉTICO 21
2.3 SISTEMA NERVOSO 23
2.4 SISTEMA ENDÓCRINO 24
2.4.1 O sistema circulatório 25
2.5 O SANGUE 27
2.6 SISTEMA RESPIRATÓRIO 28
2.7 O TRATO GASTROINTESTINAL 31
2.8 O FÍGADO 32
2.9 SISTEMA EXCRETOR 33
2.10 Os olhos 33
3 FUNDAMENTOS DA TOXICOLOGIA **35**
3.1 INTRODUÇÃO 35
3.2 TERMOS 35
3.3 CONCEITOS BÁSICOS 36
3.3.1 Forma física 37
3.3.3 Rota de entrada / absorção 38
3.3.4 Metabolismo 39

3.3.5 Excreção 39
3.3.6 **Resposta** às toxinas 40
3.4 Estágios da avaliação toxicológica 40
3.4.1 Que efeitos adversos um químico pode causar? 40
3.4.2 Os efeitos vistos em animais são relevantes para o homem? 41
3.5 Ficha de informações de segurança de produto químico (FISPQ) 41
4 EXEMPLOS DE SUBSTÂNCIAS/PROCESSOS PERIGOSOS 43
4.1 SÍLICA CRISTALINA 43
4.2 FIBRA MINERAL ARTIFICIAL (MMMF) 44
4.3 VAPORES DE SOLDAGEM 45
4.4 ISOCIANATOS 46
4.5 PÓ DE MADEIRA 46
4.6 FARMACÊUTICOS 46
4.7 PRODUTOS DE PETRÓLEO 47
4.8 MINERAÇÃO – EXTRAÇÃO MINERAL E DE METAL 49
4.9 Uso e refino de metal 49
5 AVALIAÇÃO DOS RISCOS PARA A SAÚDE 51
5.1 INTRODUÇÃO 51
5.2 PERIGO E RISCO 51
5.3 AVALIAÇÃO DOS RISCOS PARA A SAÚDE 51
5.3.1 Definir a extensão da avaliação 52
5.3.2 Coletar informações 52
5.3.3 Avaliar o(s) risco(s) para a saúde 53
5.3.4 Especificar qualquer ação requerida 54
5.3.5 Registrar a avaliação de risco 55
5.3.6 Executar as avaliações 55
5.3.7 Analisar a avaliação de risco 55
5.4 SISTEMAS ESPECIALISTAS E *CONTROL BANDING* 56
6 MEDIÇÃO DOS CONTAMINANTES NO AR 58

6.1 PRINCÍPIOS GERAIS 58
6.1.1 Técnicas de amostragem 59
6.1.2 Tipos de amostragem 59
6.2 EQUIPAMENTO DE AMOSTRAGEM 62
6.3 REGISTROS DE AMOSTRAGEM 63
6.4 Amostragem Para Partículas Transportadas Pelo Ar 63
6.4.1 Tamanho das partículas 63
6.4.2 Elementos de um sistema de amostragem 64
6.5 AMOSTRAGEM DE GASES E VAPORES 67
6.5.1 Equipamento de amostragem 67
6.5.2 Métodos de amostragem 70
6.5.3 Amostragem de posição fixa 71
6.6 ESTRATÉGIAS DE AMOSTRAGEM 71
6.6.1 Identificação de contaminantes transportados pelo ar 72
6.6.2 Vazamentos e derramamentos 72
6.6.3 Avaliação da eficácia das medidas de controle 72
6.7 MÉTODOS DE ANÁLISE 72
6.7.1 Vapores orgânicos 72
6.7.2 Gases inorgânicos 73
6.7.3 Matéria particulada orgânica 73
6.7.4 Metais e seus compostos 73
6.7.5 Poeiras minerais 73
6.7.6 Calibração e controle de qualidade 74
7 PADRÕES DE HIGIENE E LIMITES DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL .. 75
7.1 INTRODUÇÃO 75
7.2 ESTABELECIMENTO DE PADRÕES DE HIGIENE E LIMITES DE EXPOSIÇÃO 75
7.3 PADRÕES DE HIGIENE PARA AGENTES QUÍMICOS 76
7.3.1 Quantificação das concentrações no ar de agentes químicos 77
7.3.2 Categorias de limites de exposição 77
7.3.3 Observação "Pele" 78

7.3.4 Efeitos de exposições mistas 78
7.3.5 Cálculo da exposição com relação aos períodos de referência especificados 79
7.4 VALORES DE ORIENTAÇÃO DE MONITORAMENTO BIOLÓGICO 81
8 MONITORAMENTO BIOLÓGICO E VIGILÂNCIA SANITÁRIA 82
8.1 URINA 84
8.2 SANGUE 84
8.3 PELE 85
8.4 RESPIRAÇÃO 85
8.5 VISÃO 85
8.6 RAIOS X 85
8.7 EXAMES NEUROLÓGICOS 85
8.8 AUDIOMETRIA 86
8.9 TESTES DE FUNÇÃO PULMONAR 86
8.9.1 volume pulmonar e volume expiratório forçado (FEV1) 86
8.9.2 Resistência das vias aéreas 86
9 ABORDAGENS GERAIS PARA O CONTROLE DOS RISCOS À SAÚDE 87
9.1 TIPOS DE MEDIDAS DE CONTROLE 87
9.1.1 Eliminação/substituição 88
9.1.2 Isolamento 88
9.1.3 Segregação 88
9.1.4 Controles de Engenharia – Ventilação 89
9.1.5 Controles Administrativos 89
9.1.6 Informação, Instrução e Treinamento 90
9.1.7 Equipamentos de Proteção Individual (EPI) 91
10 VENTILAÇÃO 92
10.1 TIPOS DE CONTROLE 92

10.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DE UM SISTEMA DE LEV 92
10.2.1 Considerações gerais 93
10.2.2 Entradas /Coifas 94
10.2.3 Dutos 97
10.2.5 Movimentadores de ar 99
10.2.6 Descarga na atmosfera 99
10.3 MANUTENÇÃO, INSPEÇÃO E TESTES DOS SISTEMAS DE VENTILAÇÃO 100
10.3.1 Requisitos legais 100
10.3.2 Manutenção regular 100
10.3.3 Análise abrangente e testes 101
11 AMIANTO 102
11.1 HISTÓRICO 102
11.1.1 Tipos de amianto 102
11.1.2 Propriedades do amianto 103
11.1.3 Usos do amianto 104
11.1.4 Fibras de amianto no ar 105
11.1.5 Exposição a fibras de amianto 105
11.2 RISCOS À SAÚDE DO AMIANTO 105
11.3 REGISTRO DE AMIANTO 106
11.3.1 Função do registro de amianto 106
11.4 TRATAMENTO CURATIVO DOS MATERIAIS QUE CONTÊM AMIANTO 106
11.4.1 Remoção de amianto 106
11.4.2 Reparo/encapsulamento de amianto 107
12 RISCOS BIOLÓGICOS 108
12.1 INTRODUÇÃO A RISCOS BIOLÓGICOS 108
12.2 LEGIONELA E FEBRE DO UMIDIFICADOR 110
12.2.1 Legionela 110
12.2.2 Febre do umidificador 112
12.3 DOENÇAS DO SANGUE 112

12.3.1 Hepatite B 113
12.3.2 Hepatite C 114
12.3.3 HIV – (Vírus da Imunodeficiência Humana) 115
12.4 ZOONOSES 115
12.4.1 Antraz (ACDP Grupo 3) 116
12.4.2 Leptospirose (Grupo de risco 2) 117
12.4.3 Salmonelose 117
12.5 MOFOS 117
12.6 PANDEMIAS 118
12.7 MODIFICAÇÃO GENÉTICA 119
13 RUÍDO 121
13.1 HISTÓRICO 121
13.2 A ORELHA 121
13.3 SOM AUDÍVEL 122
13.4 EFEITOS DE RUÍDO EXCESSIVOS NA SAÚDE 123
13.5 ADIÇÃO AOS NÍVEIS DE SOM 125
13.6 ANÁLISE DE FREQUÊNCIA 125
13.7 PONDERAÇÕES DE DECIBÉIS 126
13.8 NÍVEL DE SOM CONTÍNUO EQUIVALENTE (LEQ) 127
13.9 DOSE DE RUÍDO 128
13.10 LIMITES DE RUÍDO 128
13.10.1 Outros limites 126
13.11 CONSERVAÇÃO AUDITIVA 129
13.11.1 Avaliação do ruído no local de trabalho 130
13.11.2 Controle de ruído no trabalho 132
13.11.3 Proteção de pessoal em situação de risco 132
13.11.4 Informação, instrução e treinamento 132
14 VIBRAÇÃO 134
14.1 INTRODUÇÃO 134

14.2 EXPOSIÇÃO À VIBRAÇÃO 135
14.3 EFEITOS DA VIBRAÇÃO NA SAÚDE 136
14.4 MEDIÇÃO DE VIBRAÇÃO 137
15 AMBIENTE TÉRMICO: PRINCÍPIOS, AVALIAÇÃO E CONTROLE 138
15.1 RESPOSTA HUMANA AO MEIO AMBIENTE TÉRMICO 138
15.2 TRANSFERÊNCIA DE CALOR DO CORPO 139
15.3 AVALIANDO O AMBIENTE TÉRMICO 140
15.4 ÍNDICES DE ESTRESSE POR CALOR 144
15.5 CONFORTO TÉRMICO 144
15.6 ESTRESSE CAUSADO PELO FRIO 144
15.7 CONTROLAR O AMBIENTE TÉRMICO 144
15.8 PROBLEMAS AMBIENTAIS ESPECÍFICOS 146
16 INTRODUÇÃO À RADIAÇÃO DE ILUMINAÇÃO E NÃO-IONIZANTE ... 146
16.1 INTRODUÇÃO 148
16.2 TIPOS DE RADIAÇÃO NÃO-IONIZANTE 149
16.3 AVALIAÇÃO DA RADIAÇÃO NÃO-IONIZANTE 153
16.4 ILUMINAÇÃO 153
17 RADIAÇÃO IONIZANTE 157
17.1 CARÁTER 157
17.2 RADIONUCLÍDEOS 158
17.3 RADIAÇÃO EXTERNA E INTERNA. 159
17.4 NÍVEIS DE RADIAÇÃO 160
17.5 EFEITOS BIOLÓGICOS DA RADIAÇÃO IONIZANTE. 161
17.6 USOS DA RADIAÇÃO 162
17.7 MEDIÇÃO DA RADIAÇÃO 162
17.8 PROTEÇÃO RADIOLÓGICA 163

17.9 VIGILÂNCIA DE SAÚDE 164

18 INTRODUÇÃO À ERGONOMIA 165

18.1 INTRODUÇÃO 165

18.2 AVALIAÇÃO DE RISCO DO LOCAL DE TRABALHO 166

18.4 TAREFAS REPETITIVAS 172

18.5 EQUIPAMENTOS COM TELA PARA EXIBIÇÃO(DSE). 173

18.6 FAZENDO UMA AVALIAÇÃO 175

18.7 ESPECIFICAÇÕES MÍNIMAS PARA AS ESTAÇÕES DE TRABALHO 175

18.8 CONTROLES ADMINISTRATIVOS 178

19 COMPORTAMENTO E CULTURA 179

19.1 IMPACTOS DO COMPORTAMENTO NA HIGIENE OCUPACIONAL. 179

19.2 MOTIVAÇÃO E MODIFICAÇÃO DE COMPORTAMENTO 180

19.3 CULTURA DE SAÚDE E SEGURANÇA 183

20 ESTRESSE RELACIONADO AO TRABALHO 186

20.1 SINTOMAS DE ESTRESSE 186

20.2 AVALIAÇÃO DO ESTRESSE 186

20.3 GERENCIAMENTO DE ESTRESSE 187

21 CARREIRAS EM HIGIENE OCUPACIONAL 191

21.1 PRÁTICA DE HIGIENE OCUPACIONAL 191

21.2 IMPLICAÇÕES PARA HIGIENISTAS. 197

21.3 O HIGIENISTA COMO UM GERENTE. 199

21.4 DESENVOLVIMENTO PESSOAL 202

21.5 ÉTICA 204

1 INTRODUÇÃO

A International Occupational Hygiene Association (IOHA) define Higiene Ocupacional como:

"A disciplina de **antecipar**, **reconhecer**, **avaliar** e **controlar** riscos para a saúde no ambiente de trabalho com o objetivo de proteger a saúde e bem estar do trabalhador e proteger a comunidade como um todo."

ANTECIPAÇÃO – isto envolve identificar os riscos potenciais no local de trabalho antes que eles apareçam.

RECONHECIMENTO – isto envolve identificar o risco potencial que um agente químico, físico ou biológico – ou uma situação ergonômica adversa – representa para a saúde.

Agentes químicos	Gases, vapores, sólidos, fibras, líquidos, pós, névoas, fumaças, etc.
Agentes físicos	Ruído e vibração. Calor e frio. Campos eletromagnéticos, raios, etc.
Agentes biológicos	Bactérias, fungos, etc.
Fatores ergonômicos	Elevação, extensão e movimento repetitivo.
Fatores psicossociais	Estresse, carga e organização do trabalho.

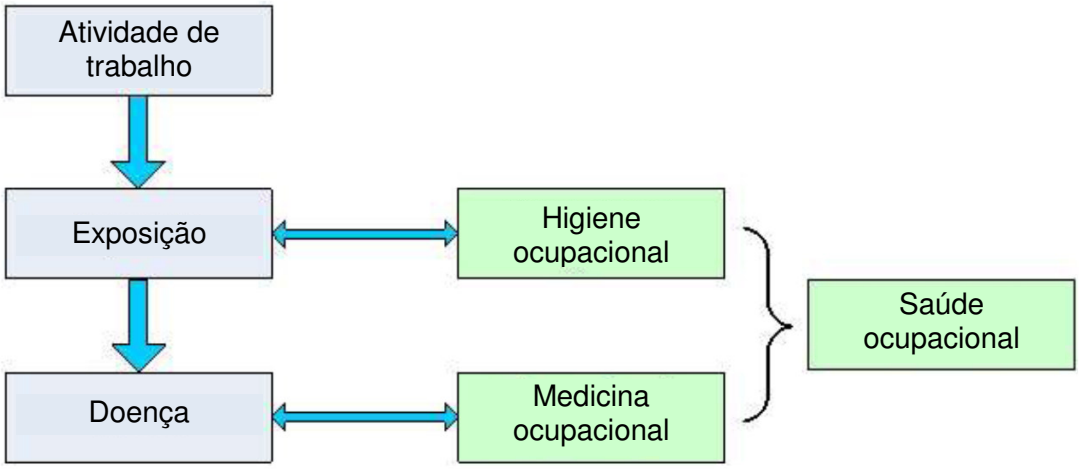
AVALIAÇÃO da extensão da exposição ao risco químico, físico ou agentes biológicos (ou situação ergonômica adversa) no local de trabalho. Isto com frequência envolve a medição da exposição pessoal de um trabalhador a um risco/agente no local de trabalho, particularmente na interface relevante entre o ambiente e o corpo, por exemplo, zona de respiração, zona de audição e avaliação dos dados em termos de limite de exposição ocupacional recomendados (OELs), onde tais critérios existirem.

CONTROLE do agente químico, físico ou biológico – ou situação ergonômica adversa, por procedimento, engenharia ou outros meios onde a avaliação indique que é necessário.

A higiene ocupacional, portanto, foca essencialmente em uma abordagem preventiva por meio da minimização da exposição aos agentes químicos, físicos e biológicos no ambiente de trabalho e a adoção de boas práticas ergonômicas.

No campo da saúde ocupacional há diversas disciplinas especializadas na proteção da saúde, além da higiene ocupacional, as quais têm um importante papel no esforço para proteger a saúde dos funcionários, clientes e o público, que podem ser afetadas pelas atividades de trabalho.

Medicina ocupacional – cobre a prática clínica (médicos) assim como enfermagem está relacionada ao efeito do **trabalho sobre a saúde** e da **saúde no trabalho**. Isto envolve a prevenção de problemas de saúde, promoção de condições de vida e de trabalho saudáveis, assim como o diagnóstico e tratamento de problemas de saúde relacionados ao trabalho.



Epidemiologia – relacionada ao estudo estatístico dos padrões de doenças em grupos de indivíduos.

Toxicologia – relacionada à previsão e avaliação dos efeitos de substâncias químicas sobre organismos vivos, especialmente o homem.

As principais áreas de atividades de um higienista ocupacional incluem:

- A antecipação dos riscos à saúde em situações de trabalho novas e propostas.
- O reconhecimento dos riscos para a saúde em locais de trabalho existentes.
- A avaliação dos riscos para a saúde no local de trabalho; por meio de avaliações qualitativas, assim como pesquisa de medidas de exposição quantitativa.
- A seleção de medidas de controle apropriadas para os riscos para a saúde; isto requer um conhecimento de trabalho abrangente sobre medidas tais como eliminação, substituição, ventilação por exaustão local.
- O desenvolvimento de soluções de controle sob medida para atividades de trabalho exclusivas; muitos locais de trabalho exigem a modificação e desenvolvimento de medidas de controle, uma vez que medidas prontas não funcionarão adequadamente.
- A investigação sobre as causas da doença relacionada ao trabalho.
- Assistência com atividades relacionadas à saúde ocupacional tais como inspeção de saúde/monitoramento biológico.
- Treinamento e educação; tal como informações aos trabalhadores sobre os riscos associados com seu trabalho e treinamento sobre o uso correto das medidas de controle.
- Atividades de pesquisa sobre métodos aperfeiçoados para reconhecimento, avaliação e controle de exposição.

O higienista ocupacional pode trabalhar regularmente próximo aos ambientalistas, pessoal de segurança, médicos, gerentes de projeto, engenheiros de todas as disciplinas, higienistas alimentares, Oficiais do governo local, etc., para ajudar a reduzir e controlar a exposição aos riscos para a saúde no ambiente de trabalho.

1.1 História

Doenças industriais são conhecidas desde Hipócrates (Grécia antiga aprox. ano 400 AC). Até há evidências mostrando que as doenças ocupacionais foram reconhecidas pelos antigos egípcios. Com o tempo, as ligações entre a ocupação e os problemas de saúde aumentaram e as associações se fortaleceram. Em paralelo a isto, técnicas foram desenvolvidas para avaliar e controlar os riscos. A tabela abaixo representa uma seleção de alguns dos eventos interessantes e notáveis no desenvolvimento da higiene ocupacional.

Aprox. 400 AC	Hipócrates na Grécia antiga foi o primeiro a observar doenças em pessoas que trabalhavam com sulfeto de mercúrio.
Aprox. 100 AC	O romano Plutarco observa que: "*Não é justo expor inocentes aos venenos das minas*". Ele também documenta o uso de pele da bexiga como forma de Equipamento de Proteção Respiratória para controlar exposição ao pó nas minas.
Aprox. 1540	Paracelso na Áustria descreveu as doenças pulmonares nos mineiros
1556	Agricola (aprox. 1556) na Boêmia escreveu "De Re Metallica" que descreve as doenças associadas com os mineiros assim como o uso de ventilação e equipamento de proteção respiratória para controlar exposições aos gases e pós.
1700	Ramazzini, o pai da medicina industrial e Professor de Medicina em Pádua, escreveu "De Morbis Artificum Diatriba", o primeiro estudo formal das doenças industriais. Foi ele que fez uma adição à lista de Hipócrates de perguntas aos pacientes ao pesquisar o histórico: "Qual sua ocupação".
1750 em diante	A revolução industrial do final do século XVIII até o início do século XIX levou a um aumento da urbanização e industrialização. Isto por sua vez aumentou o número de trabalhadores expostos a níveis cada vez maiores de riscos para a saúde.
1815	Sir Humphrey Davy desenvolve a lâmpada de arco, que é uma lâmpada de segurança usada em minas. A lâmpada também é usada para detectar a presença de gases combustíveis em minas. Curiosamente, a lâmpada é posteriormente culpada por um aumento no número de acidentes, pois permite que os trabalhadores continuem a trabalhar em atmosferas mais perigosas.
1833	Primeiros (quatro) inspetores nomeados no Reino Unido
1840s	Os romances de Charles Dickens e políticos em campanha, tais como Lord Shatesbury, aumentam a conscientização das pessoas sobre as condições ruins de trabalho.
1855	No Reino Unido, cirurgiões certificadores (que anteriormente certificavam a idade) foram instruídos a "certificar que pessoas jovens não estavam incapacitadas para o trabalho em decorrência de doença ou enfermidade do corpo e a investigar acidentes industriais". (Schilling).
1858	John Stenhouse introduz uma máscara impregnada com carvão para controlar a exposição a gases e vapores.
1889	Limites de exposição são estabelecidos para umidade e dióxido de carbono nas usinas de algodão no Reino Unido. Isto, por sua vez, levou ao desenvolvimento de Ventilação Local Exaustora em vez de ventilação geral. Também levou ao desenvolvimento de dispositivos de monitoração na forma de Tubos Indicadores para Dióxido de carbono.
1898	Thomas Legge foi nomeado como o primeiro Inspetor Médico de Fábricas. Ele realizou o primeiro trabalho na indústria sobre envenenamento por chumbo, que se tornou uma doença notificável em 1899
1890s	Haldane realiza um trabalho sobre a toxicidade do monóxido de carbono ao expor ratos, camundongos e até mesmo a si próprio a diversas concentrações dentro de uma "câmara de exposição". Ele utilizou estes

	resultados para desenvolver modelos de “dose vs tempo” para gravidade e desconforto dos efeitos sobre a saúde. Ele introduz o uso de pequenos animais e em particular canários como a primeira forma de monitorar para fornecer uma indicação dos níveis de gás tóxico.
1910	Alice Hamilton trabalha nos EUA como a primeira toxicologista industrial sendo a pioneira no campo de toxicologia e higiene ocupacional.
1917	Durante a primeira guerra mundial a urgência do trabalho em fábricas de munições levou a condições de trabalho ruins. É reconhecido que as condições de trabalho ruins têm um efeito significativo na produtividade assim como na saúde. O trabalho do “Comitê de Saúde dos Trabalhadores de Munições” estabeleceu as bases para muitas práticas subsequentes em ergonomia, psicologia, bem-estar e regimes de trabalhos em turnos.
1920-30s	A higiene industrial se desenvolve e cresce nos EUA tanto no Serviço de Saúde Pública (PHS) quanto em grandes empresas particulares. Estes desenvolvimentos estabelecem as bases para a criação de novas organizações profissionais.
1938/9	A American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) e a American Industrial Hygiene Association (AIHA) foram formadas. As primeiras organizações profissionais independentes para higienistas industriais/ocupacionais. Os números de HI nos EUA crescem rapidamente durante a 2ª Guerra Mundial para auxiliar no esforço de guerra.
1953	A British Occupational Hygiene Society (BOHS) foi fundada. A Sociedade começa a publicar os Anais de Higiene Ocupacional em 1958.
1960	Sherwood e Greenhalgh documentam o desenvolvimento da primeira bomba de amostragem pessoal e cabeçote de amostragem; a primeira comparação entre amostragem pessoal e amostragem estatística e a primeira observação do possível efeito da amostragem pessoal no indivíduo amostrado.
1970s	A Lei de Segurança e Saúde Ocupacional nos EUA e a Lei de Segurança e Saúde no trabalho no Reino Unido estabelecem o caminho para a legislação com base em Avaliação de Risco/desempenho.
1980/90s	A prática da higiene ocupacional cresce amplamente nos EUA, Reino Unido, Países Baixos e Austrália com a legislação nesses países introduzida especificamente para focar nos riscos químicos e físicos
2000s	Sociedades de 25 países diferentes são membros da International Occupational Hygiene Association (IOHA). A industrialização em países tais como a China e Índia aumentam a necessidade de Higiene Ocupacional. Desenvolvimento de técnicas modelo para avaliar a exposição.

1.2 A importância da higiene ocupacional

Enquanto um breve exame da história e tendências em higiene ocupacional mostra uma melhora geral em nosso entendimento e controle dos riscos para a saúde, ainda há muitas questões a serem abordadas. Aumentar a atividade industrial em países em desenvolvimento significa que há mais pessoas expostas em todo o mundo.

Avanços tecnológicos também significam que novos riscos estão sendo introduzidos no local de trabalho. A Organização Mundial de Saúde estima que globalmente haja:

- **2.000.00 de mortes relacionadas ao trabalho por ano**, com doenças sendo responsáveis pela vasta maioria destas, mas mesmo este número é considerado uma estimativa inferior do número real de mortes em decorrência da falta de dados disponíveis.
- **386.000 mortes a cada ano pela exposição a partículas transportadas pelo ar.** (asma: 38.000; COPD*: 318.000; pneumoconioses: 30,000). Isto totaliza quase 6,6 milhões de DALYs** (ano de vida ajustado pela incapacidade) (asma: 1.621.000; COPD (Doença pulmonar obstrutiva crônica): 3
  733.000, pneumoconioses: 1.288.000) em decorrência de exposição a partículas transportadas pelo ar.
- **152.000 mortes por ano por carcinógenos no local de trabalho.** (câncer pulmonar: 102.000; leucemia: 7.000; mesotelioma maligno: 43.000) e aproximadamente 1,6 milhão DALYs (câncer pulmonar: 969.000; leucemia:
  101.000; mesotelioma maligno: 564.000) em decorrência de exposição a carcinógenos ocupacionais.
- **37% da Dor Lombar são atribuídos à ocupação**, com variação em dobro entre regiões. Estima-se que a dor lombar relacionada ao trabalho cause 818.000 DALYs perdidos anualmente.

*COPD = Doença pulmonar obstrutiva crônica que é a bronquite crônica e enfisema, duas doenças geralmente coexistentes dos pulmões nas quais as vias aéreas se tornam estreitas.

**DALYs = Ano de vida ajustado pela incapacidade – A soma de anos de vida potencial perdidos em decorrência de mortalidade prematura e anos de vida produtiva perdidos em decorrência de incapacidade.

Fonte http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/global/en/ (acessado em Fevereiro de 2010).

A importância relativa da higiene ocupacional pode ser ilustrada ao comparar estatísticas sobre a incidência de acidentes com a de saúde ruim. No Reino Unido, o número de mortes em decorrência de atividades relacionadas ao trabalho é de aproximadamente 250. Isto pode ser comparado ao número de mortes em decorrência de acidentes de trânsito que é de aproximadamente 2500. No entanto, o número de mortes a cada ano em decorrência de câncer e doença respiratória relacionados ao trabalho é estimado em 12.000. Isto gera uma proporção de 1:10:48.

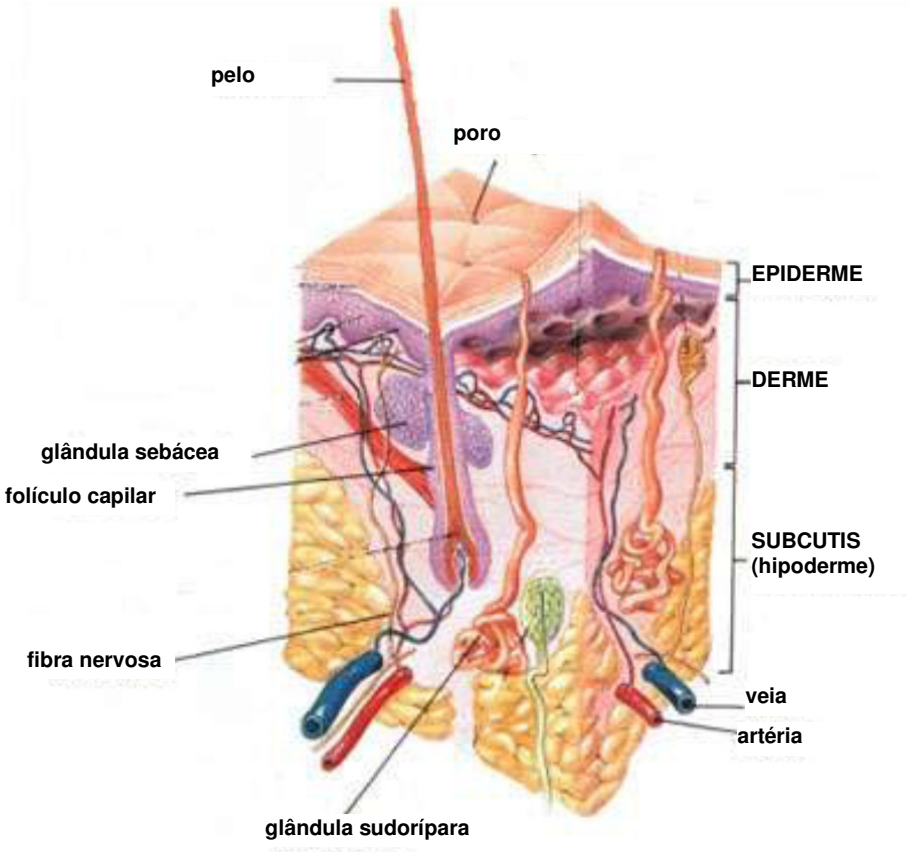
2 FISIOLOGIA HUMANA E DOENÇAS INDUSTRIAIS

O corpo humano é um organismo complexo que pode ser amplamente afetado por riscos químicos e físicos; o corpo também possui muitas maneiras de regular a si mesmo quando exposto aos riscos. Para controlar os riscos para o corpo é necessário entender como ele funciona e os tipos de danos que podem ocorrer como resultado da exposição.

2.1 Pele

A pele é a camada externa que cobre o corpo, também conhecida como epiderme. É o maior órgão do corpo e é formada por múltiplas camadas de tecidos epiteliais e protege os músculos, ossos e órgãos internos subjacentes.

Uma vez que a pele entra em contato com o ambiente, ela tem um papel importante na proteção (do corpo) contra patógenos.



Fonte: US Federal Government via Wikimedia commons

Figura 2.1 – Diagrama da pele

A pele desempenha múltiplas funções:

- Proteção: uma barreira anatômica contra patógenos e danos entre o interior e o ambiente externo na defesa do corpo.
- Sensação: contém uma variedade de terminações nervosas que reagem ao calor, frio, toque, pressão, vibração e lesão do tecido.
- Regulagem de calor: a pele contém um suprimento sanguíneo muito maior que sua necessidade, o que permite controle preciso da perda de energia por radiação, convecção e condução. Vasos sanguíneos dilatados aumentam a perfusão e a perda de calor enquanto vasos contraídos reduzem muito o fluxo sanguíneo cutâneo e conservam o calor.
- Controle de evaporação: a pele fornece uma barreira relativamente seca e impermeável contra a perda de líquidos. A perda de função contribui para a perda massiva de fluidos em queimaduras.
- Armazenagem e síntese: age como um centro de armazenagem para lipídeos, assim como um meio de síntese da vitamina D.
- Excreção: o suor contém ureia, no entanto, sua concentração é de 1/130 a da urina, portanto a excreção pelo suor é no máximo uma função secundária para regulagem da temperatura.
- Absorção: Enquanto a pele age como uma barreira, alguns químicos são prontamente absorvidos por ela.
- Resistência à água: A pele age como uma barreira resistente contra a água, de forma que nutrientes essenciais não sejam lavados para fora do corpo.

A pele pode ser afetada por agentes químicos, físicos e biológicos e os transtornos cutâneos são responsáveis por uma proporção substancial de doenças industriais. Os tipos de efeitos podem ser classificados em: dermatite, dano físico, câncer, biológico ou outros efeitos.

2.1.1 Dermatite

O transtorno mais comum é a dermatite de contato e 70% dos casos se devem a irritação primária, isto é, ação direta na pele, mais frequentemente nas mãos e antebraços. Um irritante é um agente que danifica diretamente as células se

aplicado à pele em concentração e por tempo suficientes (isto é, todos os efeitos são relacionados à dose), levando a dermatite de contato por irritante. Álcalis dissolvem a queratina e alguns solventes removem o sebo. Quaisquer efeitos diretos na pele podem tornar a superfície mais vulnerável a outros agentes e reduzem as defesas de entrada na pele.

A outra forma de dermatite de contato é a dermatite por contato alérgico. Isto resulta da sensibilização da pele por contato inicial com uma substância e subsequente repetição do contato. Um sensibilizante (alergênico) é uma substância que pode induzir uma sensibilidade imunológica especifica a si mesmo. A dose inicial pode precisar ser bem alta e leva a uma resposta de hipersensibilidade retardada mediada por linfócitos e envolvendo a produção de anticorpos. A primeira dose não produz nenhum efeito visível, mas exposições subsequentes, frequentemente de um minuto, podem levar a dermatite.

Irritantes comuns incluem detergentes, sabões, solventes orgânicos, ácidos e álcalis. Sensibilizantes comuns são plantas (jardinagem), antibióticos (indústria farmacêutica), corantes (indústria de tintas e cosméticos), metais (níquel (geralmente não-industrial) e cromados (indústria de cimentos)), borrachas e resinas.

Pessoas que trabalham com óleos de corte podem apresentar dermatite de contato irritante e alérgica, sendo irritadas pelo óleo em si e alérgicas aos biocidas nele presentes.

2.1.2 Danos físicos

Agentes físicos que podem danificar a pele incluem o clima, fricção e lesão. Frio, vento e chuva podem causar pele rachada e o sol pode queimar ou causar tumores de pele, então ocupações expostas a esses elementos (pesca, agricultura) apresentam risco. Lesões por fricção são comuns em trabalhos manuais pesados (construção e mineração) e equipamentos cortantes usados em muitas ocupações podem levar a abrasões e lacerações.

2.1.3 Agentes biológicos

A pele está sujeita aos efeitos de agentes biológicos tais como infecções virais de animais, infecções por leveduras e fungos quando contato prolongado com água ocorre e infecções por antraz onde produtos animais são manuseados.

2.1.4 Câncer

Tumores de pele benignos e cânceres podem resultar de contato com creosoto, óleos minerais e radiação ultravioleta e radiação ionizante (trabalho com radioisótopos, radiologistas) podem causar câncer de pele. Exposição à radiação ultravioleta ao trabalhar em áreas externas também é uma causa comum de câncer de pele.

2.1.5 Outros efeitos

Trabalhos que envolvem óleos minerais podem levar a acne oleosa particularmente nos antebraços e coxas. Poros obstruídos que se tornam infectados produzem cravos e pústulas. Cloracne, com cravos e cistos na face e pescoço resulta dos efeitos de alguns hidrocarbonetos aromáticos policlorinados nas glândulas sebáceas.

Alterações na pigmentação da pele podem resultar do contato químico. Fortes

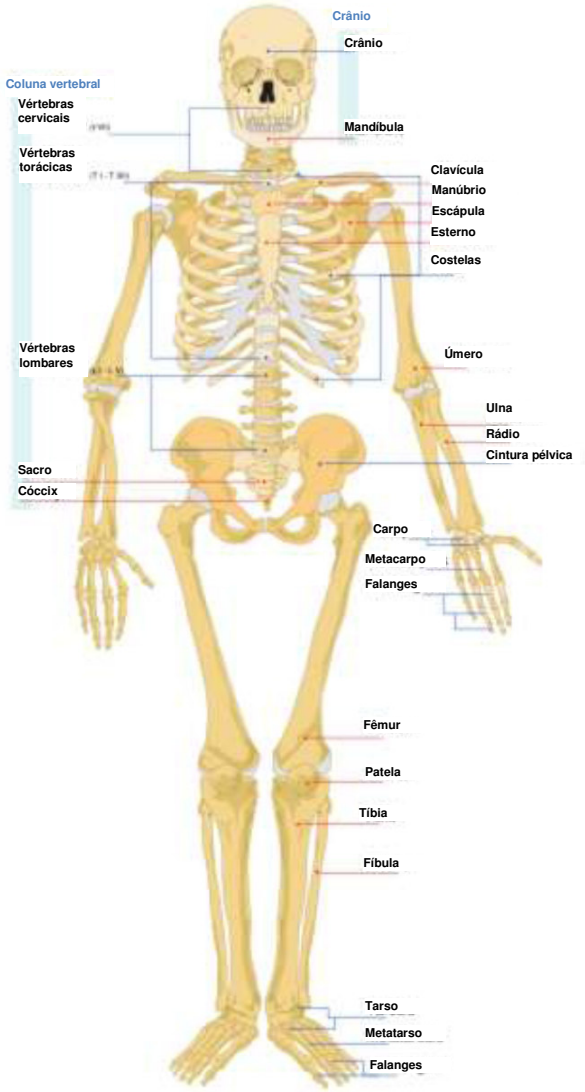
soluções alcalinas e ácidas causam queimadura.

2.2 Sistema músculo esquelético

O sistema músculo esquelético fornece forma, estabilidade e movimento ao corpo humano. Ele é formado por ossos do corpo, o esqueleto, músculos, cartilagem, tendões, ligamentos e articulações. As funções primárias do sistema músculo esquelético incluem suportar o corpo, permitir o movimento e proteger órgãos vitais. A porção esquelética do sistema serve como sistema de armazenamento principal para cálcio e fósforo e contém componentes essenciais envolvidos na produção do sangue.

Há, no entanto, doenças e transtornos que podem afetar adversamente a função e eficácia geral do sistema. Estas doenças podem afetar o diagnóstico em decorrência da relação próxima do sistema músculo esquelético com outros sistemas internos. O sistema músculo esquelético se refere ao sistema que tem seus músculos conectados a um sistema músculo esquelético interno e é necessário para que os seres humanos de movimentem para uma posição mais favorável.

O sistema esquelético tem muitas funções importantes; ele estabelece o formato e forma de nossos corpos, além de suporte, proteção, permitindo o movimento corporal, produzindo sangue para o corpo e armazenando minerais. Outra função dos ossos é a armazenagem de certos minerais. Cálcio e fósforo estão entre os principais minerais armazenados. A importância deste "dispositivo" de armazenagem ajuda a regular o equilíbrio mineral na corrente sanguínea. Esta capacidade de armazenagem pode ser importante durante a exposição a substâncias perigosas. Por exemplo; chumbo é armazenado no sangue por longos períodos após a exposição, este pode ser liberado de forma seletiva posteriormente e gera problemas com envenenamento por chumbo no corpo, por exemplo, durante a gravidez.



Fonte: Wikimedia Commons

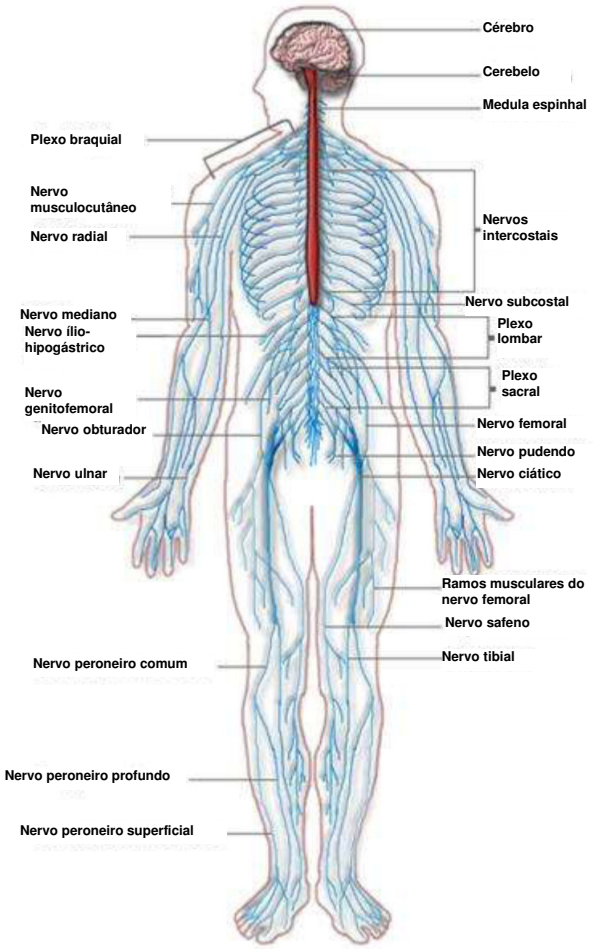
Figura 2.2 – Sistema esquelético

2.3 Sistema nervoso

O sistema nervoso é uma rede de células especializadas que comunicam informações sobre o ambiente dos nossos corpos e nós mesmos. Ele processa estas informações e causa reações em outras partes do corpo. O sistema nervoso está dividido, grosso modo, em duas categorias: o sistema nervoso central e o sistema nervoso periférico.

O **sistema nervoso central** (SNC) é a parte maior do sistema nervoso e inclui o cérebro e a medula espinhal.

O **sistema nervoso periférico** é um termo para as estruturas nervosas coletivas que não estão no SNC.



Fonte: Wikimedia commons

Figura 2-3 – Sistema nervoso

Toxinas industriais podem afetar o sistema nervoso central (cérebro e medula espinhal) ou sistema nervoso periférico (nervos motores e sensoriais) ou ambos e as condições resultantes dependem do local do ataque. O sistema nervoso é semelhante ao fígado uma vez que agentes solúveis em gordura têm muito mais probabilidade de causar danos. Elas também podem cruzar a barreira hematoencefálica.

Danos no sistema nervoso central podem produzir narcose, psicose orgânica tóxica, epilepsia, Parkinsonismo e alterações comportamentais.

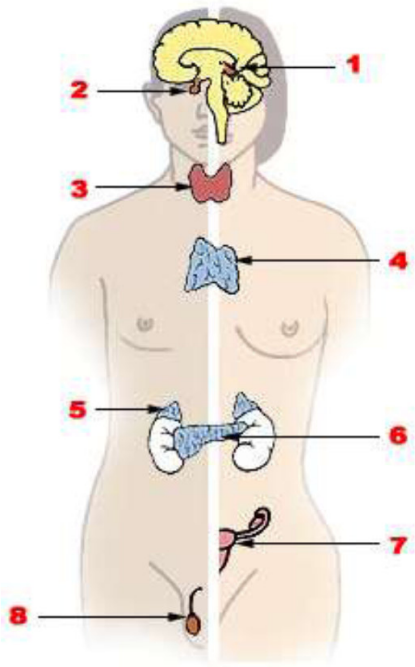
Provavelmente, o efeito sobre o sistema nervoso central mais facilmente reconhecido é a perda aguda de consciência produzida por agentes narcóticos tais como clorofórmio, tetracloreto de carbono e tricloroetileno (todos hidrocarbonetos halogenados solúveis em gordura) e solventes tais como acetona, tolueno e dissulfeto de carbono.

Descobriu-se que alterações comportamentais, demonstradas por testes de inteligência, destreza e vigilância, resultam em níveis muito mais baixos que os normalmente aceitos como seguros na exposição ao tricloroetileno, benzina, monóxido de carbono e cloreto de metileno.

2.4 Sistema endócrino

O **sistema endócrino** é o nome coletivo dado a um sistema de pequenos órgãos que liberam moléculas sinalizadoras extracelulares conhecidas como hormônios. O sistema endócrino é essencial para regular o metabolismo, crescimento, desenvolvimento, puberdade e função dos tecidos. Também tem um papel importante na determinação de nosso humor.

O sistema endócrino é um sistema de sinalização de informação muito similar ao sistema nervoso. No entanto, o sistema nervoso utiliza os nervos para transportar as informações, enquanto o sistema endócrino utiliza principalmente vasos sanguíneos como canais de informações por meio dos quais transporta os hormônios.



Fonte: Governo Federal dos EUA via Wikimedia commons

Figura 2.4 – Principais glândulas endócrinas (Masculinas à esquerda, femininas à direita)

1. Glândula pineal, 2. Glândula pituitária, 3. Glândula tireoide, 4. Timo, 5. Glândula adrenal, 6. Pâncreas, 7. Ovário, 8. Testículo.

Trabalhadores farmacêuticos que manuseiam fármacos endócrinos como estrogênio (na “pílula') ou tiroxina (usada para o tratamento da tireoide) apresentam risco de perturbar seu próprio equilíbrio endócrino e o dietilestilbestrol (DES) levou a tumores em crianças de trabalhadores de ambos os sexos.

Gases anestésicos (anestésicos femininos) e a exposição de cloreto de vinila durante a gravidez foi associada a parto de natimorto ou defeitos congênitos. Radiação ionizante pode danificar as gônadas reduzindo a fertilidade ou aumentando os riscos de más-formações congênitas e câncer nos filhos.

2.4.1 O sistema circulatório

O sistema circulatório move nutrientes, gases e resíduos de e para as células para ajudar a combater doenças e ajudar a estabilizar a temperatura e o pH do corpo. Este sistema pode ser visto estritamente como uma rede de distribuição

de sangue, mas algumas pessoas podem considerar o sistema circulatório como composto pelo **sistema cardiovascular**, que distribui o sangue e o **sistema linfático**, que distribui a linfa.

Os principais componentes do sistema circulatório humano são o coração, o sangue e os vasos sanguíneos. O sistema circulatório inclui:

- Circulação pulmonar: onde o sangue passa pelos pulmões e se torna oxigenado.
- Circulação sistêmica: onde o sangue oxigenado passa pelo resto do corpo.

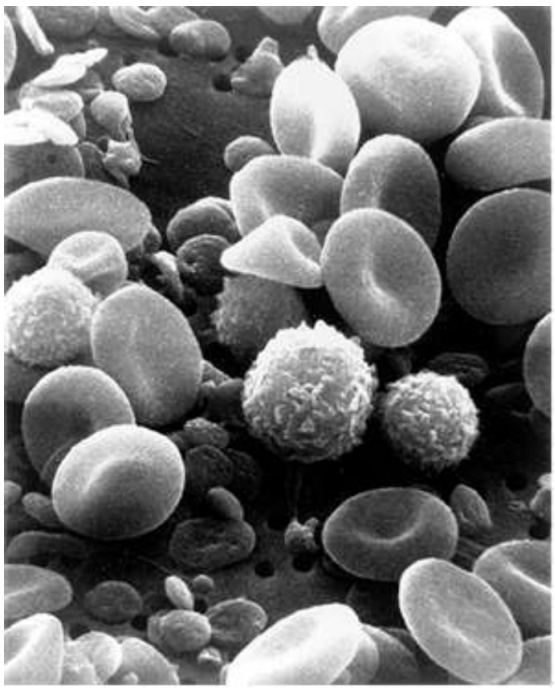
Um adulto médio contém 4,7 a 5,7 litros de sangue, que consiste de plasma, glóbulos vermelhos, glóbulos brancos e plaquetas. Também, o sistema digestivo trabalha com o sistema circulatório para fornecer os nutrientes que o sistema precisa para manter o coração bombeando.

O sistema linfático é responsável pela remoção do fluido intersticial dos tecidos assim como a absorção e transporte de gorduras e ácidos graxos. O sistema linfático também é responsável pelo transporte de células que possuem antígeno (APCs).

O sistema cardiovascular é exposto a qualquer agente transportado no sangue. Acredita-se que o monóxido de carbono e muitos metais (incluindo cromo, manganês e chumbo) causem danos ao músculo cardíaco, mas a única associação comprovada é com o cobalto. Hidrocarbonetos clorinados como CFCs, tricloroetileno e 111- tricloroetano podem induzir arritmias (ritmos cardíacos anormais em decorrência de defeitos na condução elétrica no coração). O tricloroetileno causa morte súbita desta forma. Dissulfeto de carbono (setor de viscose rayon) acelera a aterosclerose (endurecimento das artérias).

O trabalho em temperatura alta ou baixa afeta a circulação periférica e pode prejudicar o coração.

2.5 O sangue



Fonte: Governo Federal dos EUA via Wikimedia commons

Figura 2.5 – Eletromiografia das células sanguíneas exibindo glóbulos brancos, glóbulos vermelhos e plaquetas

A produção de hemoglobina, o pigmento vermelho que transporta oxigênio nas células, é inibida pelo chumbo inorgânico que interfere com os sistemas de enzimas. O resultado é anemia caracterizada por pele e membranas mucosas pálidas, fadiga e algumas vezes dispneia de esforço. Arsina e estibina causam o rompimento dos glóbulos vermelhos (hemólise) e o resultado novamente é anemia. Radiação X (acidentes nucleares) ou benzeno pode causar leucemia (crescimento excessivo das células sanguíneas), provavelmente por ação na síntese do DNA.

O transporte de oxigênio pode ser afetado de duas formas, ambas sendo formas de asfixia. Em atmosferas onde o ar normal é deslocado pelos gases inertes como nitrogênio, metano, hélio e dióxido de carbono, o conteúdo de oxigênio (normalmente 21%) é diluído resultando em hipóxia (baixa tensão de oxigênio no sangue). Isto inicialmente levará a um aumento compensatório na frequência cardíaca e respiratória. Se a hipóxia continuar, o julgamento será prejudicado e a pessoa ficará inconsciente e eventualmente morrerá. Respirar

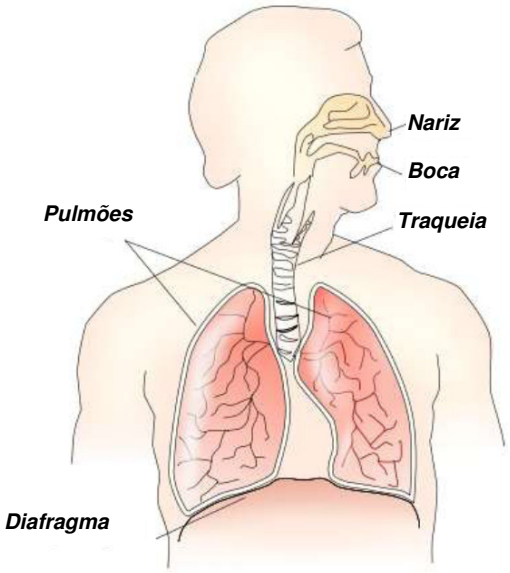
100% de gás inerte (colocar a cabeça em uma câmara cheia de gás) causará inconsciência instantânea.

A outra forma industrial de asfixia é a asfixia química. Anilina e nitrobenzeno, como líquidos absorvidos por meio da pele intacta e monóxido de carbono inalado, interferem com a habilidade do sangue de transportar oxigênio associada com oxigênio, como oxihemoglobina. Anilina e nitrobenzeno se associam com hemoglobina para formar metahemoglobina levando a cianose (uma coloração azul nas membranas mucosas, especialmente os lábios). O monóxido de carbono combina com a hemoglobina competindo com o oxigênio para formar carboxihemoglobina, uma coloração carmim brilhante, fazendo com que a pessoa afetada pareça ter cor de cereja.

2.6 Sistema respiratório

A principal função do sistema respiratório é a troca de gases entre o ambiente externo e o sistema circulatório. Isto envolve retirar o oxigênio do ar e levar para o sangue e liberar o dióxido de carbono (e outros resíduos gasosos) do sangue de volta para o ar.

Na inalação, a troca gasosa ocorre nos alvéolos, as pequenas bolsas que são o componente funcional básico dos pulmões. As paredes alveolares são extremamente finas (aprox. 0,2 micrômetros). Essas paredes são compostas de uma única camada de células epiteliais próximas dos capilares sanguíneos que, por sua vez, são compostos de uma única camada de células endoteliais. A proximidade desses dois tipos de células permite a permeabilidade para gases e, portanto, a troca gasosa. O oxigênio é levado para o sangue enquanto o excesso de dióxido de carbono é liberado.



Fonte: Wikimedia commons

Figura 2.6 – Sistema respiratório

Como a pele e os olhos, os pulmões são afetados por irritantes e alergênicos. Eles também respondem na forma de pneumoconiose fibrótica e doença maligna a uma variedade de agentes industriais.

Partículas maiores que 10 μm de diâmetro são filtradas pelo nariz. A estrutura ramificada das vias aéreas encoraja a deposição de partículas de 2-10 μm que podem então ser eliminadas pelo escalador mucociliar. Nos alvéolos, as partículas remanescentes passam de volta na árvore brônquica livremente ou são fagocitadas pelos macrófagos e levadas para o escalador mucociliar ou sistema linfático adjacente. A despeito de sua eficiência, grandes volumes de partículas podem sobrecarregar estes mecanismos de defesa.

A **irritação** causada pelos gases e vapores produz inflamação do trato respiratório e os sintomas tendem a ser agudos ou retardados, dependendo da solubilidade do agente tóxico. Também pode haver efeitos crônicos. Efeitos crônicos da exposição prolongada podem ser bronquite crônica e danos permanentes nos pulmões.

Reações alérgicas a substâncias podem causar asma ocupacional. Os sintomas incluem insuficiência respiratória grave assim como chiado, tosse e aperto no peito. Certas substâncias tais como isocianatos (usado em tintas), pó de farinha

e vários vapores podem causar asma. Estas substâncias são chamadas de “sensibilizantes respiratórios” ou asmagênicos. Eles podem causar uma mudança nas vias aéreas das pessoas, conhecida como 'estado hipersensível'.

Nem todos que se tornem sensíveis passam a sofrer de asma. Mas, uma vez que os pulmões se tornam hipersensíveis, exposição adicional à substância, mesmo em níveis muito baixos, pode gerar um ataque.

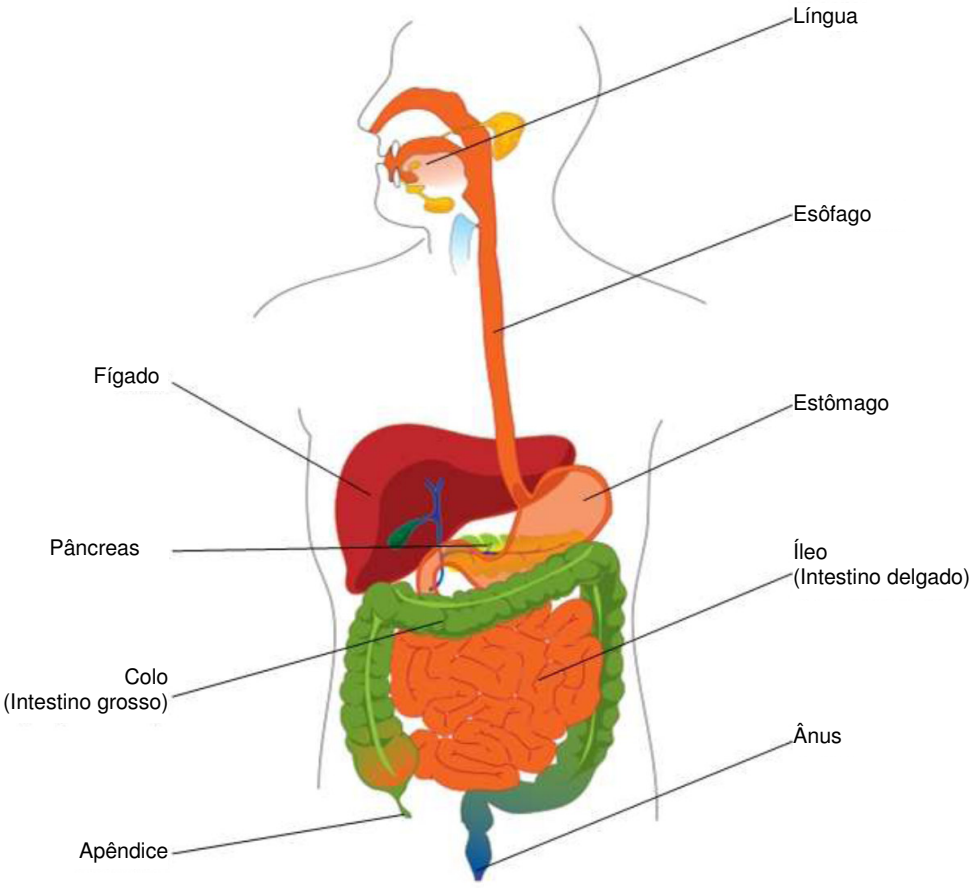
Pneumoconiose é a reação dos pulmões à poeira mineral inalada e a alteração resultante em sua estrutura. As principais causas são pó de carvão, sílica e amianto e todos eles levam a cicatrização do pulmão conhecida como fibrose colagenosa. A pneumoconiose pode não produzir qualquer sintoma por anos. No entanto, à medida que os pulmões se tornam menos flexíveis e porosos sua função é amplamente reduzida. Os sintomas incluem insuficiência respiratória, tosse e mal estar geral. A insuficiência respiratória geralmente começa apenas com esforço severo. À medida que a doença progride, a insuficiência respiratória pode estar presente todo o tempo. A tosse geralmente não está associada com catarro, mas pode eventualmente estar associada com sangue. Em decorrência da baixa oxigenação do sangue pelos pulmões danificados, as unhas e lábios podem parecer pálidos ou azulados.

Doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) se refere a bronquite crônica e enfisema. Estas são duas doenças pulmonares que com frequência ocorrem simultaneamente e resultam no estreitamento das vias aéreas. Isto leva a uma limitação do fluxo de ar de e para os pulmões causando insuficiência respiratória. Diferente da asma ocupacional, o estreitamento das vias aéreas não é fácil de reverter e geralmente piora progressivamente com o tempo. A DPOC pode ser ativada por uma variedade de partículas e gases que fazem com que o corpo produza uma inflamação anormal dos tecidos.

Tumores malignos de origem industrial podem afetar os pulmões e tecidos subjacentes. Câncer do pulmão foi descoberto em pessoas que trabalham com amianto (mineiros, insuladores) e o risco é aumentado pelo fumo, arsênico (pesticidas), cromo (fabricantes de pigmentos), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (manufatura de gás de carvão, trabalhadores de tabaco) e radiação ionizante (mineradores de urânio). Pó de madeira (fabricantes de móveis de madeira), pó de couro e pó de níquel causaram câncer dos seios nasais.

2.7 O trato gastrointestinal

O trato gastrointestinal é o sistema usado pelo corpo para ingerir, quebrar e absorver nutrientes, assim como excretar resíduos. Ingestão como uma rota tóxica de entrada na indústria é improvável, mas pode ocorrer se as pessoas puderem comer ou fumar em suas estações de trabalho, arriscando, dessa forma, a contaminação pelas mãos ou a partir de superfícies contaminadas. Vômito e diarreia são mecanismos naturais de defesa contra toxinas ingeridas e o ácido gástrico neutraliza os invasores alcalinos até certo ponto e também mata bactérias. Absorção de toxinas é relativamente menos eficiente do que via inalação, também limitando a entrada no corpo. No entanto, qualquer agente irritante ou corrosivo que afetaria as membranas mucosas do trato respiratório também pode causar edema nos lábios, boca e epiglote (causando engasgo) e ulceração do esôfago e estomago.



Fonte: Wikimedia Commons

Figura 2.7 – O trato gastrointestinal

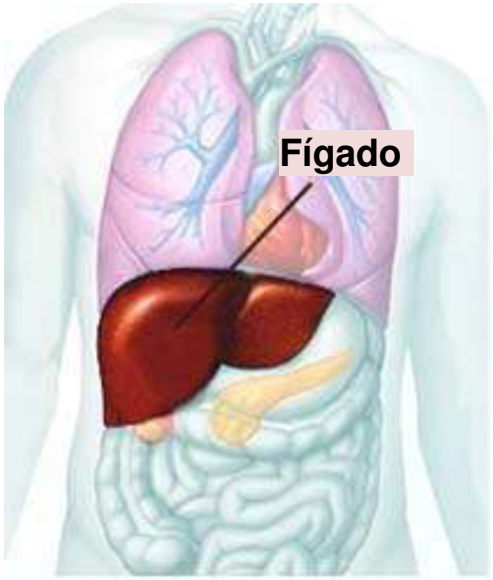
2.8 O fígado

O fígado é um dos principais órgãos metabólicos usados para processar nutrientes que foram absorvidos no sangue a partir do trato gastrointestinal ou via outras rotas tais como inalação. O fato de que é usado para quebrar materiais significa que é particularmente suscetível a quaisquer toxinas no corpo. As células do fígado podem se regenerar após danos tóxicos, sendo que a causa mais comum é o álcool. No entanto, a absorção contínua pode interromper o processo de regeneração e causar dano permanente no fígado. Doença hepática pré-existente pode tornar isso mais provável.

Industrialmente, álcoois solúveis em gordura e hidrocarbonetos halogenados são particularmente conhecidos por seus danos nas células hepáticas. O sinal mais óbvio de dano hepático é a icterícia.

Dano hepático, geralmente cirrose, é um precursor importante de hepatomas (tumores no fígado) e, portanto, danos hepáticos a longo prazo industrialmente induzidos predispõem os funcionários a tumores no fígado.

O fígado em si é um órgão protetor, uma vez que seu processo de desintoxicação normal altera toxinas potenciais para formas seguras (e algumas vezes ocorre o contrário).



Fonte: Wikimedia commons

Figura 2.8 O fígado

2.9 Sistema excretor

O rim tem um papel importante na manutenção do equilíbrio de fluidos e eletrólitos por meio de filtragem e sua reabsorção seletiva no sangue. Ele excreta (por meio da urina) resíduos indesejados (incluindo toxinas), que se tornaram solúveis em água por meio do metabolismo no fígado.

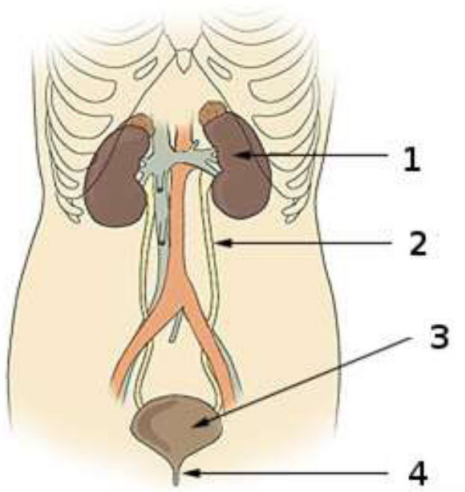


Figura 2.9 – Sistema excretor

Fonte: Governo Federal dos EUA via Wikimedia commons

1. Rins, 2. Ureter, 3. Bexiga, 4. Uretra

Toxinas podem danificar os rins os quais, por sua vez, afetam o metabolismo do cálcio, equilíbrio ácido-base e reabsorção de água. Na falha renal aguda, o fluxo de urina cessa totalmente. A radiação ionizante pode causar danos na célula renal e fibrose. Uma vez que a urina é concentrada e armazenada na bexiga, a exposição a este órgão é bem mais longa do que ao restante do trato urinário. Portanto, ele é bem mais suscetível aos cânceres industrialmente induzidos.

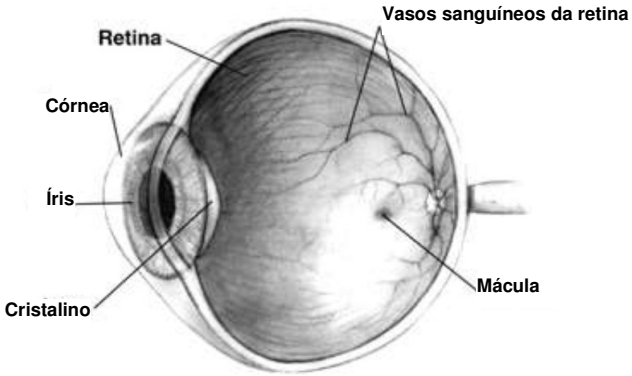
2.10 Os olhos

Não há necessidade de explicação quanto à função dos olhos. Também está claro que eles são relativamente frágeis. Os olhos são protegidos até certo ponto pelos ossos frontais acima deles e pelas pálpebras, juntamente com o reflexo de piscar.

Os cílios mantêm as partículas de poeira longe dos olhos e as lágrimas fornecem um fator de diluição para químicos invasores e esterilização contra agentes infecciosos.

Em decorrência de sua construção frágil os olhos são particularmente suscetíveis a lesões. Feridas perfuro-cortantes podem levar a danos na córnea, catarata e descolamento da retina, todos levando a cegueira. Danos à íris podem provocar uma reação simpática no outro olho e cegueira total. Ácidos e álcalis queimam a córnea. Álcalis são especialmente perigosos, pois a dor é menor e quando a vítima percebe e os lava, a frente do olho pode ter sido dissolvida.

Qualquer gás irritante, como dióxido de enxofre e amônia, pode causar conjuntivite (caracterizada por vermelhidão, desconforto e lacrimejamento dos olhos). Alergênicos, como plantas e tinturas, algumas vezes produzem uma reação semelhante. Uma conjuntivite extremamente dolorosa incluindo fotofobia (desconforto ao olhar para a luz) ocorre algumas horas após exposição à radiação ultravioleta usada em soldagem. A condição é conhecida como olho de arco e geralmente envolve a córnea assim como a conjuntiva (ceratoconjuntivite). Catarata (opacidade do cristalino) resulta de trauma (uma ferida penetrante ou golpe grave), calor (olho do vidraceiro) e irradiação (lasers e micro-ondas). Queimaduras da retina podem ser causadas por radiação infravermelha e lasers. Cataratas podem ser removidas e substituídas por cristalinos artificiais ou lentes de contato. Queimaduras e lacerações da retina produzem danos irreparáveis naquela área de visão (pontos cegos).



Fonte: Wikimedia commons

Figura 2.10 – O olho

3 FUNDAMENTOS DA TOXICOLOGIA

3.1 Introdução

Toxicologia é o estudo dos efeitos adversos das substâncias nos organismos vivos. Toxicologia industrial está relacionada com os efeitos adversos nos trabalhadores das substâncias manuseadas no local de trabalho, embora o interesse geralmente se estenda aos efeitos adversos dos produtos nos consumidores e efluentes do local de trabalho sobre o público em geral.

Historicamente a toxicologia era a arte e ciência do envenenamento. Hoje é a disciplina que utiliza as informações desenvolvidas por uma variedade de ciências químicas, físicas, biológicas e médicas para prever os efeitos adversos prováveis no homem de uma crescente variedade de substâncias às quais ele é exposto.

3.2 Termos

Toxicidade é a habilidade inata das substâncias de causar lesões aos seres vivos.

Avaliação de perigo é a previsão dos efeitos tóxicos que serão evidentes sob condições definidas de exposição.

Avaliação de risco é a previsão da probabilidade de que efeitos tóxicos definidos ocorram sob condições definidas de exposição em uma única pessoa ou população definida.

Substância cobre uma ampla variedade de materiais incluindo compostos químicos únicos ou misturas destes, substâncias ou micro-organismos simples ou complexos, ocorrendo naturalmente ou sinteticamente produzidos. Substâncias podem ser quimicamente puras ou conter aditivos ou impurezas e podem ser na forma de sólidos, líquidos, gases, pós, fibras, vapores ou aerossóis. Alguns (por exemplo, vapores, pós e aerossóis) podem ser difíceis de identificar. Substâncias às quais o homem pode ser exposto no local de trabalho incluem materiais usados, embalados, coletados, armazenados, manuseados, descartados ou de outra forma encontrados. Eles podem ser produtos finais, formulações, intermediários, componentes, produtos 'off spec', subprodutos, rejeitos e resíduos.

Eles podem ser materiais usados ou que surjam durante a manutenção ou

reparo de plantas ou edifícios ou que possam ser formados ou usados durante pesquisa, desenvolvimento ou teste.

NB. Os termos acima são usados livremente por muitas pessoas. Por exemplo, o termo toxicidade é frequentemente usado em vez de perigo tóxico e risco tóxico em vez de perigo tóxico. Isto é particularmente verdade em relação ao que as pessoas podem chamar de “avaliação de risco”.

3.3 Conceitos básicos

"Todas as substâncias são venenos, não há nenhuma que não seja um veneno. A dose correta diferencia um veneno de um remédio" – Paracelso (1525).

Toda substância é tóxica, isto é, capaz de produzir efeitos adversos sob determinadas condições de exposição. É possível matar pessoas ao administrar grandes volumes de água (especialmente se a pessoa sofrer de certas doenças) e altos níveis de oxigênio no ar podem causar cegueira em prematuros e danos pulmonares em adultos.

A ocorrência de efeitos tóxicos depende da dosagem. Em geral altas doses/exposições durante longos períodos produzem uma maior variedade de efeitos tóxicos mais intensos do que baixas doses/exposições durante curtos períodos.

Há geralmente um nível de exposição abaixo do qual os efeitos tóxicos não ocorrem. Uma dose de 10g de cafeína causa convulsões e vômito. A ingestão média de cafeína no Reino Unido (incluindo no chá) é de 315mg e muitas pessoas consomem ainda mais todos os dias de suas vidas sem ocorrência de efeitos adversos. A dose fatal de sal é provavelmente em torno de 250g, mas doses muito mais baixas causam vômito; a ingestão média de sal no Reino Unido é entre 8 e 11 g/dia. A UK Food Standards Agency recomenda uma ingestão máxima de 6g/dia, mas uma ingestão mínima de 0,5 g/dia é essencial para a vida.

Diferentes formas de exposição a uma substância não necessariamente possuem os mesmos efeitos. A exposição a altas concentrações atmosféricas de vapor de cloreto de metileno deprime o sistema nervoso (narcose), causa arritmias cardíacas e danos no fígado e rins. Exposição mais prolongada

permite o acúmulo de um de seus metabólitos – monóxido de carbono – no sangue, reduzindo a habilidade de transporte de oxigênio do sangue. A exposição prolongada produz câncer do fígado e pulmão em camundongos (mas não em ratos ou hamsters e provavelmente não no homem).

Diferentes espécies podem reagir de forma diferente às substâncias. Dioxinas causam danos hepáticos e morte em cobaias, mas doença de pele (cloracne) em macacos e no homem. Arsênico produz câncer no homem, mas não em cobaias. Pequenas doses de atropina matam humanos, mas não coelhos.

Diferentes indivíduos podem reagir de forma diferente às substâncias: Algumas pessoas que fumam desenvolvem câncer no pulmão; outras não. A penicilina é inofensiva para a maioria das pessoas, mas produz reações alérgicas graves em outras.

Os efeitos tóxicos de uma substância dependem de:

- Sua forma física.
- Dose.
- Rota de entrada.
- Sua absorção, distribuição, metabolismo e excreção.

3.3.1 Forma física

Sólidos	Quando moídos ou amassados, há liberação de pó e este pode ser inalado, ingerido ou contaminar a pele.
Líquidos	Podem ser engolidos ou contaminar a pele.
Gases	Podem ser inalados ou contaminar a pele.
Vapores	
Fumaça	
Névoas	
Aerossóis	

3.3.2 Dose

Dose é o produto da concentração da substância e duração da exposição a ela. Em termos simples pode ser descrita como:

Dose = Exposição x Tempo

No entanto, em circunstâncias industriais, a exposição e tempo podem variar amplamente. Por exemplo, uma concentração muito alta por um curto período pode ser letal (por exemplo, álcool) enquanto exposição prolongada a doses menores causa poucos danos. A dose pode ser a mesma em ambos os casos.

3.3.3 Rota de entrada / absorção

As três rotas principais de entrada das toxinas no corpo são vias inalação, a pele e ingestão.

Ingestão: Ingestão é a rota de entrada menos significativa na indústria enquanto na toxicologia é a mais significativa. Durante a evolução, mecanismos foram desenvolvidos no aparelho digestivo para regular a ingestão de elementos essenciais. Elementos tóxicos podem ter que competir, de forma que, em geral, apenas uma fração da dose ingerida seja absorvida no corpo (com frequência 10% ou menos).

Possíveis causas de ingestão na indústria são pipetar com a boca em laboratórios, engolir pó que foi inalado e liberado pelo escalador mucociliar, fumar e comer na estação de trabalho ou simplesmente ter as mãos sujas e colocá-las na boca.

Inalação: No pulmão não há mecanismos semelhantes para a ingestão seletiva. Partículas menores que 10 mícron de diâmetro podem chegar até os alvéolos. Se solúveis, aproximadamente 40% são absorvidas. Químicos insolúveis são relativamente mais seguros, por exemplo, sulfeto de chumbo, enquanto o carbonato de chumbo é altamente solúvel e causa envenenamento rapidamente. Partículas maiores inaladas representam menor risco pois a absorção pelo trato respiratório é menos eficiente.

É importante lembrar que não apenas o pulmão é responsável pela absorção de substâncias no corpo, ele também age como um órgão alvo. Materiais que não são absorvidos no corpo podem permanecer nos pulmões e causar danos físicos e/ou químicos a eles.

A inalação é responsável por aproximadamente 90% do envenenamento industrial.

A pele: Na pele também não há absorção seletiva. Compostos solúveis em gordura são prontamente absorvidos como solventes orgânicos. Absorção

percutânea por meio da pele saudável intacta ocorre com nitrobenzeno, fenol, mercúrio e anilina. A absorção de fenol por meio de apenas alguns centímetros quadrados de pele intacta pode ser letal. Roupas de proteção impermeáveis como luvas aumentam a taxa de absorção se ocorrer contaminação acidental no interior. A pele danificada também facilita a absorção de toxinas.

Distribuição: Uma vez que as substâncias entraram no corpo, elas podem ser distribuídas por meio da corrente sanguínea, ligando-se às proteínas do plasma ou glóbulos vermelhos. Elas podem se concentrar de forma diferente nos órgãos. Outros materiais tóxicos podem estar em solução ou se ligar aos lipídeos. Somente substâncias solúveis em gordura podem passar pela barreira hematoencefálica.

3.3.4 Metabolismo

Substâncias que são distribuídas pelo corpo tendem, então, a ser metabolizadas. O principal local do metabolismo é o fígado, embora os rins, pulmões e pele possam metabolizar alguns químicos. O metabolismo pode converter uma substância tóxica em uma não-tóxica e vice versa, por exemplo, n-hexano é metabolizado no fígado para outro composto que causa danos para o sistema nervoso. Na maioria das vezes, no entanto, a desintoxicação é benéfica. Um processo de desintoxicação típico envolve estágios de oxigenação seguidos por conjugação com ácido glucurônico. A taxa de metabolismo depende da taxa de absorção (compostos solúveis em água têm menor absorção do que os solúveis em gordura) e a extensão da ligação à proteína (isto reduz a concentração nos locais do metabolismo). Sistemas de enzimas são pobremente desenvolvidos nas pessoas muito jovens que, portanto, têm um metabolismo mais lento. O fígado transforma substâncias hidrofóbicas (isto é, não-solúveis em água) em formas hidrofílicas (solúveis em água) para que possam ser excretadas pelos rins ou na bile.

3.3.5 Excreção

Ocorre principalmente por meio dos rins via urina, mas também via bile (compostos de alto peso molecular), pulmões (hidrocarbonetos voláteis excretados sem alteração), sucos gástricos (nicotina), leite da mama (pesticidas) e pele (ferro). Quanto mais rapidamente a excreção ocorre menor é a probabilidade de uma toxina danificar o corpo. Os produtos da excreção são

frequentemente usados para monitorar a exposição no trabalho.

3.3.6 Resposta às toxinas

A resposta do corpo depende de diversas variáveis:

Idade	Pessoas mais velhas e muito jovens tendem a não responder bem, pois suas vias metabólicas são menos eficientes que a média.
Sexo	Mulheres são mais vulneráveis às toxinas solúveis em gordura em decorrência de sua maior porcentagem de gordura na massa corporal.
Doença subjacente	Algumas condições, por exemplo, diarreia ou função pulmonar reduzida limitarão os efeitos tóxicos ao reduzir a absorção. Outras, por exemplo, anemia, comprometem ainda mais a resposta do corpo ao chumbo ou monóxido de carbono.
Medicamento	Medicamentos podem afetar os sistemas de enzimas, aumentando ou diminuindo os efeitos de substâncias tóxicas.
Álcool	Pode comprometer a função renal e, portanto, o processo de desintoxicação.
Fumo	O fumo potencializa a ação de algumas substâncias como o amianto.
Indivíduo	As pessoas diferem grandemente em suas respostas a agentes externos, desde ruído a pó de carvão e alergênicos a químicos. Este é provavelmente um efeito genético.

Tipo de resposta

- Efeitos locais no ponto de entrada, por exemplo, irritação, queimaduras.
- Reações alérgicas, por exemplo, dermatites, asma.
- Efeitos nos órgãos alvo.
- Câncer.
- Efeitos na reprodução, por exemplo, esterilidade, abortos.
- Teratogênese – defeitos congênitos.
- Tumores na infância nos filhos dos indivíduos expostos.

3.4 Estágios da avaliação toxicológica

Ao avaliar os riscos para a saúde provenientes da exposição a substâncias, buscam-se respostas para as seguintes perguntas:

3.4.1 Que efeitos adversos um químico pode causar?

Qual a toxicidade e quais são os perigos tóxicos sob uma variedade de condições de exposição? Isto é determinado por:

- Estudos teóricos com base nas propriedades físicas e químicas já conhecidas de uma substância.

- Experimentação com animais (usados como modelos do homem) e outros organismos vivos ou partes de organismos vivos (bactérias, órgãos, tecidos, células em cultura).

3.4.2 Os efeitos vistos em animais são relevantes para o homem?

Responder a esta pergunta requer conhecimento de como o químico é absorvido, distribuído no corpo e excretado (farmacocinética) e como é quebrado no corpo em outras substâncias (metabolismo). Uma indicação do mecanismo de ação tóxica que é necessário – isto pode exigir investigações especiais incluindo estudos no homem. Estudos epidemiológicos nos grupos expostos podem ser necessários para provar a relevância.

3.5 Ficha de informações de segurança de produto químico (FISPQ)

A interpretação dos relatórios toxicológicos deve ficar a cargo de pessoas treinadas e experientes em tais atividades. Grande parte do trabalho envolvido na avaliação dos perigos no local de trabalho pode ser realizado ao avaliar as Fichas de informações de segurança de produto químico (FISPQ). A FISPQ é uma forma padrão de comunicar a toxicologia e outras informações relevantes sobre as substâncias.

Em muitos países, é uma exigência legal ou prática comum que a empresa forneça uma FISPQ para cada produto que vende. Elas podem ser complicadas e difíceis de entender, mas são uma fonte confiável de dados que você precisa para manusear químicos de forma segura. Elas geralmente fornecem dados sobre as propriedades físicas e químicas do material em questão, assim como informações toxicológicas relevantes.

O conteúdo da FISPQ vai variar dependendo dos requisitos legais locais, mas ela provavelmente vai conter as seguintes informações:

1. **Composição/dados dos componentes:** Isto fornece detalhes dos diferentes químicos contidos no material. Com frequência vai listar o número CAS (Chemical Abstracts Service) de cada químico que o material contém. O número CAS é um número único que é designado à maioria dos químicos usados na indústria.

2. **Identificação da substância:** Isto inclui o nome comercial, assim como os detalhes do fabricante/fornecedor. Também pode fornecer informações de emergência tal como nomes de contato e números de telefone.
3. **Identificação dos perigos:** O material será classificado sob diversas categorias e descrito com pictogramas.
4. **Medidas de primeiros socorros:** Informações sobre como lidar com trabalhadores que foram expostos sob diferentes circunstâncias.
5. **Medidas de combate a incêndio:** O que fazer e não fazer ao combater o incêndio, por exemplo, que tipo de extintor usar.
6. **Medidas para liberação acidental:** Os procedimentos a serem seguidos em caso de liberação acidental do químico, incluindo métodos a serem usados para limpar derramamentos.
7. **Manuseio e armazenagem:** Fornecer informações sobre precauções, tais como gabinetes inflamáveis e limites de temperatura.
8. **Controles de exposição e proteção pessoal:** Descreve requisitos tais como Equipamento de Proteção Pessoal e ventilação.
9. **Propriedades físicas e químicas:** por exemplo, a forma (sólido/líquido/gás), cor, odor, pontos de fusão e ebulição.
10. **Estabilidade e reatividade:** Propriedades tais como decomposição térmica e condições a serem evitadas.
11. **Informações toxicológicas:** Detalhes tais como efeitos agudos e crônicos no homem e em animais.
12. **Informações ecológicas:** Como o material pode afetar o ambiente se for liberado além do local de trabalho.
13. **Considerações sobre disposição:** Quaisquer requisitos especiais associados com a disposição do material.
14. **Informações de transporte:** geralmente como uma lista de códigos indicando os perigos associados com o químico.
15. **Regulamentos:** Legislação relevante para o país no qual o material é usado.
16. **Outras informações:** Qualquer informação que seja relevante.

4 EXEMPLOS DE SUBSTÂNCIAS/PROCESSOS PERIGOSOS

4.1 Sílica cristalina

Sílica cristalina ou quartzo (SiO_2) é o mineral com maior ocorrência e é encontrado na maioria das rochas. A forma de sílica com maior ocorrência é a areia encontrada nas praias em todo o mundo. Na forma seca, a sílica cristalina fina constitui um perigo tóxico uma vez que sua inalação como poeira transportada pelo ar pode gerar silicose. A silicose é uma fibrose pulmonar que é considerada a mais comum e grave de todas as pneumoconioses. O risco de desenvolver a doença depende de três fatores, a saber: concentração da poeira na atmosfera; a porcentagem de sílica livre na poeira e a duração da exposição. A sílica é encontrada durante muitos processos que utilizam minerais, por exemplo, extração e mineração, fabricação de tijolos, azulejos e refratários, cerâmica, jateamento e fabricação de vidro.

No início deste século, casos fatais de silicose com um rápido período de evolução (1-3 anos) não eram raros entre os trabalhadores que inalavam enormes quantidades de pó contendo um alto conteúdo de quartzo. Em muitos casos, a morte era causada pela superimposição de tuberculose. Com a introdução de melhores condições de trabalho e métodos modernos de controle de poeira, esta forma de silicose de evolução rápida praticamente desapareceu, mas foi substituída pela forma da doença com desenvolvimento muito lento (15-30 anos).

Os estágios iniciais da silicose são assintomáticos e somente são revelados pelo exame radiológico periódico dos trabalhadores expostos à sílica livre. Os primeiros sintomas da silicose são “falta de ar" no esforço. Nos casos graves, os sintomas ocorrem mesmo com esforço muito leve ou quando o paciente está em repouso. Como regra, não há outros sintomas subjetivos. Portanto, o diagnóstico da silicose é realizado em grande parte por exame clínico e radiologia.

A habilidade de gerar alterações pulmonares depende em grande parte da forma cristalina em que a sílica pode estar e isto está explicado nos Limites de Exposição no Ambiente de Trabalho do Reino Unido, juntamente com o tamanho de partícula provavelmente encontrado.

Sílica, amorfa

Pó total inalado 6 $mg.m^{-3}$ 8 horas Tempo Média Ponderada Poeira Respirável 2,4 $mg.m^{-3}$ 8 horas Tempo Média Ponderada **Sílica, Fundida**

Poeira respirável 0,08 $mg.m^{-3}$ 8 horas Tempo Média Ponderada

Sílica Cristalina (Cristobalita, Tridimita)

Poeira respirável 0,1 $mg.m^{-3}$ 8 horas Tempo Média Ponderada

4.2 Fibra mineral artificial (MMMF)

Fibras minerais artificiais (MMMF) incluem fibras cerâmicas, fibras de propósitos especiais e fibras de filamentos contínuos. O material é normalmente feito de vidro derretido, rocha ou escombros. O material exibe boa resistência ao calor e químicos e pode ser tecido. É, portanto, amplamente usado em isolamento térmico e acústico de edifícios e plantas de processamento e como proteção contra incêndio estrutural na forma de rolos, escombros, preenchimento de cavidade de parede, laminados de placas de gesso e isolamento de tubulações. O uso da MMMF acelerou à medida que materiais de amianto foram eliminados.

Desde sua introdução no início do século XIX foi reconhecido que as lãs minerais causam irritação da pele e olhos e que em condições de poeira excessiva causam irritação do trato respiratório superior. A irritação da pele e olhos é causada pelas fibras brutas.

Enquanto grande parte da pele se torna resistente após um período de transição, algumas pessoas precisam tomar precauções para proteger sua pele e um pequeno número precisa mudar para outro trabalho.

Estudos, nos quais fibras minerais sem amianto foram implantadas no tórax de animais de laboratório, mostraram que tumores no mesotelioma apareceram, mas outros experimentos nos quais os animais inalaram altas concentrações de fibras de lã mineral não indicaram uma associação com a ocorrência excessiva de tumores pulmonares.

Estudos de inalação em animais não levaram a fibrose clinicamente significativa. Um grande estudo sobre a mortalidade na indústria americana não exibiu casos de mesotelioma. Neste estudo um excesso de câncer de pulmão

foi observado em pequenos grupos de trabalhadores com mais de 30 anos desde a primeira exposição à lã mineral, mas não houve correlação entre a intensidade ou duração da exposição e o excesso de câncer no pulmão. De fato, estudos sobre o raio X e a função pulmonar nos trabalhadores atuais não demonstraram que a exposição à lã mineral está associada com anomalias pulmonares.

4.3 Vapores de soldagem

Vapores de soldagem consistem de uma mistura de gases transportados pelo ar e finas partículas que se inaladas ou ingeridas podem resultar em risco para a saúde. O grau de risco depende da composição do vapor, da quantidade de vapor no ar que é respirado e a duração da exposição.

Os principais efeitos para a saúde são:

Irritação do trato respiratório: Gases ou finas partículas de vapor podem causar secura na garganta, coceira, tosse, aperto no peito e dificuldade para respirar.

Febre dos fumos metálicos A inalação de muitos óxidos metálicos recém-formados, tais como aqueles do zinco, cádmio, cobre etc., pode levar a doença aguda similar à gripe chamada febre dos fumos metálicos. Com exceção da exposição aos vapores de cádmio, complicações graves são raras. A causa mais comum de febre dos fumos metálicos ocorre pela soldagem de aço galvanizado.

Envenenamento sistêmico Este pode resultar da inalação ou ingestão de substâncias contidas nos vapores de soldagem como fluoretos, manganês, chumbo, bário e cádmio. A presença dessas substâncias nos vapores depende do processo de soldagem usado e do material que está sendo soldado.

Efeitos a longo prazo ou crônicos: A inalação de vapores de soldagem pode levar ao desenvolvimento de alterações benignas ao raio x, chamadas Siderose. Um assunto de preocupação constante é se os soldadores apresentam maior risco de desenvolver câncer, pois alguns componentes dos vapores de soldagem, tais como cromo hexavalente e níquel podem ser carcinógenos.

4.4 Isocianatos

Isocianatos podem ser líquidos ou sólidos em temperatura ambiente e são principalmente usados na produção de poliuretanos, espumas, adesivos, vernizes e tintas.

Eles são irritantes para a pele e membranas mucosas. No entanto, os problemas mais graves associados à exposição aos isocianatos são aqueles que afetam o sistema respiratório. Isocianatos são amplamente reconhecidos como uma das causas mais comuns de asma ocupacional. Após diversas exposições aos isocianatos os trabalhadores podem responder a concentrações extremamente baixas e isto é conhecido como sensibilização respiratória.

4.5 Pó de madeira

Pó de madeira é produzido sempre que ocorre processamento ou corte de madeira. Os perigos associados com o pó de madeira são principalmente pela inalação e contato com a pele. Os efeitos biológicos do pó de madeira geram diversos sintomas diferentes, cuja natureza depende da quantidade e composição da madeira.

Consequentemente, os sintomas da exposição variam de dermatite e irritação da conjuntiva a irritação do trato respiratório superior. Há preocupação com a progressão da irritação nasal para câncer nasal. No entanto, esta questão é complicada pelo longo período de instalação do câncer, que geralmente é de 40 anos. Além disso, algumas madeiras moles podem agir como sensibilizantes respiratórios.

4.6 Farmacêuticos

Trabalhar na indústria farmacêutica pode apresentar riscos específicos de compostos particularmente potentes. Os diferentes fármacos que são fabricados podem gerar diferentes efeitos para a saúde. Por exemplo:

Reações alérgicas: Alguns fármacos podem gerar reações alérgicas, tais como coceira e vermelhidão dos olhos, nariz escorrendo, eritema, asma e ocasionalmente choque em decorrência de uma reação alérgica (anafilaxia).

Deficiência de vitaminas: Trabalhadores com exposição repetida a antibióticos experimentam uma mudança no número e tipo de bactérias que

normalmente estão presentes nos intestinos e que neles quebram e absorvem vitaminas.

Infecções fúngicas: Exposição diária ao pó de antibióticos pode levar a infecções fúngicas da pele e unhas. Além disso, trabalhadoras podem desenvolver infecções vaginais por leveduras após exposição a antibióticos.

Nitroglicerina: geralmente usada em dinamite, também é a base de diversos remédios para pacientes cardíacos. Os nitratos agem nos vasos sanguíneos do corpo e seus efeitos são sentidos de diversas formas. Quase todos que se expõe ao pó de nitro experimentam uma dor de cabeça pulsante grave que é causada pelo relaxamento dos vasos sanguíneos no crânio. Nitratos dilatam os vasos sanguíneos e causam uma queda de pressão. Como resultado, tontura e até mesmo desmaio podem ocorrer.

Tranquilizantes: podem ser habituantes e viciantes. Em combinação com álcool, podem causar a perda de consciência e em altas doses podem levar ao coma e morte. Trabalhadores que produzem tranquilizantes apresentam risco desses efeitos adversos e descobriu-se que desmaiam com uma cerveja após o trabalho. Há um perigo real de acidentes, tanto na fábrica quanto no caminho para casa, quando os trabalhadores se tornam sonolentos como resultado da exposição a tranquilizantes e barbitúricos.

4.7 Produtos de petróleo

A indústria de petróleo apresenta diversos perigos exclusivos tanto em termos de extração/produção quanto no produto acabado.

Óleos lubrificantes: Certos óleos (particularmente os óleos altamente aromáticos) são irritantes quando aplicados à pele por um período de algumas horas. Muitos irão, no contato repetido, remover as gorduras naturais da pele, deixando-a seca e suscetível a rachadura, dermatite e subsequente infecção. Contato acidental com os olhos pode causar irritação transitória, mas nenhum efeito duradouro. Os efeitos são mais pronunciados com óleos de baixa viscosidade.

Inalação de névoas e vapores de óleos pode causar irritação dos olhos, nariz e garganta. Caso óleo suficiente seja inalado, isto levará a uma forma de pneumonia.

A maioria das formulações contém aditivos químicos de composição variável. As propriedades tóxicas de tais formulações dependem da toxicidade do(s) óleo(s) base e aditivos. Para muitos aditivos há dados inadequados sobre a toxicidade aguda e crônica, carcinogenicidade e os efeitos na reprodução ou sistema imunológico.

Gasolina: é um irritante da pele e a exposição prolongada pode produzir bolhas. Exposição repetida remove a gordura da pele, levando a dermatite. Contato acidental com os olhos causa irritação grave, mas esta é geralmente curta. A inalação de vapores pode causar perda de consciência; inalação prolongada a altas concentrações pode ser fatal em decorrência de depressão do sistema nervoso central. Gasolinas contêm aditivos (que podem incluir chumbo tetraetila que é neurotóxico e compostos bromados que são mutagênicos); estes estão sendo substituídos por álcoois (isto é, metanol) e ésteres (por exemplo, éter metil terciário butílico – MTBE) em gasolina sem chumbo. Exposição excessiva ao metanol produz cegueira; evidências recentes sobre o MTBE sugere que altas concentrações na atmosfera posem ser teratogênicas.

Querosene e óleo combustível: Estes são similares em natureza aos destilados médios ou a óleos lubrificantes pesados, mas podem conter materiais cataliticamente fracionados ou outros materiais que tendem a ser carcinogênicos quando aplicados regularmente à pele do camundongo, isto é, eles podem apresentar um risco carcinogênico.

Extratos aromáticos: Estes contêm altas concentrações de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e muitos demonstraram ser carcinogênicos por meio de contato com a pele. Sua toxicidade é de outra forma semelhante à dos óleos lubrificantes.

Benzeno: Contato direto produz remoção da gordura da pele e dermatite mediante exposição repetida. A exposição leva a depressão do sistema nervoso central – dor de cabeça, náusea e então perda de consciência. Exposição repetida a 50 ppm ou acima danifica o sangue e tecidos que formam sangue, produzindo, em alguns indivíduos, uma falha completa na formação de novas células sanguíneas de todos os tipos (uma condição fatal). Exposição prolongada a altas concentrações causa um tipo de leucemia (câncer do sangue) e danos aos cromossomos (os corpos que transportam material genético na divisão celular).

4.8 Mineração – Extração mineral e de metal

A mineração de carvão, minérios e outros minerais é realizada amplamente em todo o mundo. Historicamente os mineiros sofreram incidências mais altas de problemas de saúde do que os trabalhadores de outros setores de indústrias pesadas. A mineração de carvão está associada à doença pulmonar induzida pelo pó "Pneumoconiose" e outras doenças, tal como "Enfisema" relacionado ao trabalho. Atividades de mineração podem apresentar perigos particulares à saúde por diversas substâncias. Estes podem ser pelo mineral extraído ou podem estar presentes como subprodutos/contaminantes indesejados. O principal perigo para a saúde é a exposição ao pó em diversas formas.

Amianto ainda é extraído em diversos países em todo o mundo. Também é encontrado em pequenas quantidades em depósitos de outros minerais tais como talco. Os riscos do amianto são apresentados em uma seção separada deste manual.

Arsênico está presente em depósitos de metal tais como estanho e cobre. Pode ser encontrado como um componente indesejado durante a mineração e processamento, mas também é produzido comercialmente como subproduto da refinaria. Arsênico é tóxico e pode matar se altas doses forem consumidas ou inaladas.

Sílica está presente em muitos minerais e particularmente na extração de pedras

A mineração também apresenta diversos riscos físicos, tais como ruído, vibração, radiação, estresse por calor, umidade e alterações na pressão atmosférica.

4.9 Uso e refino de metal

Muitos metais duros estão presentes em pequenas quantidades em nossos corpos como elementos essenciais e formam uma parte importante de nossa função. No entanto, se exposição a quantidades maiores ocorrer, efeitos significativos para a saúde podem ser gerados.

O uso de **cádmio** foi restrito em decorrência de sua toxicidade, no entanto ele

ainda é usado no setor de aviação como um revestimento anticorrosivo, e em baterias de NiCad. Os efeitos fisiológicos da exposição excessiva ao cádmio podem ser separados em duas categorias distintas como segue; os efeitos agudos incluem náusea, vômito e transtornos gastrintestinais graves, enquanto os efeitos crônicos vão de fadiga a danos hepáticos e renais. Em casos graves de envenenamento agudo, por exemplo, após corte por chama de parafusos revestidos com cádmio, morte pode ocorrer rapidamente após uma pneumonia química.

Cromo é um metal cinza aço, que pode ser altamente lustrado. Seu alto ponto de fusão, 1900$_{o}$C, juntamente com sua natureza inerte torna o metal útil como liga e para galvanoplastia. Possui diversos isótopos radioativos, que possuem uso na medicina.

Ele é capaz de ter diversos estados valentes e a variedade de sais reflete isto, isto é, cromo, crômico e cromil. Alguns possuem propriedades irritantes similares ao trióxido de cromo (ácido crômico) causando irritação cutânea, ulceração e dermatite alérgica. A inalação também causa irritação primária, perfuração do septo nasal, irritação pulmonar enquanto o carcinoma também está associado à exposição aos sais de cromo.

Chumbo é um metal mole maleável com boas propriedades anticorrosivas. Foi amplamente usado no setor de construção assim como na produção de baterias, balas e pesos. Também foi misturado a outros metais para formar ligas úteis tais como solda de estanho/chumbo. Seus vários compostos são tóxicos e podem ser inalados, ingeridos ou absorvidos pela pele. Efeitos agudos são raros, pois o chumbo é principalmente um veneno crônico cumulativo, mas alguns compostos organo-chumbo [tais como aqueles usados na gasolina com chumbo] podem ser rapidamente absorvidos pela pele e afetam o cérebro causando morte em alguns casos. Efeitos crônicos são observados com o acúmulo lento do chumbo inorgânico no corpo, com frequência depositado nos ossos e sendo posteriormente liberados na ocorrência de um trauma. Efeitos crônicos variam de dores no estômago a letargia e anemia, finalmente causando morte. Pode gerar danos cerebrais especialmente em fetos.

5 AVALIAÇÃO DOS RISCOS PARA A SAÚDE

5.1 Introdução

A principal razão para conduzir uma avaliação no local de trabalho é avaliar o(s) risco(s) para a saúde dos funcionários. Onde uma situação menos satisfatória for indicada haverá um requisito adicional:

- Especificar etapas para atingir um controle adequado.
- Identificar qualquer outra ação que seja exigida.

5.2 Perigo e risco

Ao realizar uma avaliação de risco, é importante ter um entendimento claro das diferenças entre perigo e risco.

- Um perigo é algo que pode causar danos se não controlado.
- O resultado é um dano que resulta de um perigo não-controlado.
- Um risco é uma combinação da probabilidade de que um resultado em particular ocorra e a gravidade do dano envolvido.

5.3 Avaliação dos riscos para a saúde

O processo de avaliar os riscos para a saúde pode ser amplamente descrito pelo fluxograma abaixo.

5.3.1 Definir a extensão da avaliação

Inicialmente é necessário definir o processo ou atividade que está sendo avaliada. Isto pode envolver uma ou mais atividades assim como um ou mais trabalhadores de cada vez. Também pode ser necessário avaliar diferentes perigos como parte de diferentes avaliações, por exemplo, avaliações de ruído são geralmente conduzidas separadamente de avaliações de risco químico, pois envolvem abordagens muito diferentes. No entanto, ao avaliar os perigos de químicos tais como solventes, com frequência é possível agrupar quaisquer químicos sob uma avaliação, pois eles possuem propriedades semelhantes e requerem controles similares.

5.3.2 Coletar informações

Uma avaliação dos riscos para a saúde no local de trabalho precisa de uma apreciação de diversos fatores no processo de tomada de decisão, incluindo alguns dos seguintes, como apropriado – e, portanto, como primeira etapa, as informações pertencentes a esses fatores devem ser coletadas se uma avaliação significativa for realizada:

- A natureza do processo ou operação, por exemplo, contínuo ou lote, interno ou externo.
- As substâncias usadas e produzidas (químico, biológico) mais outros agentes (ruído, radiação) e fatores (ergonômicos) presentes. Para as substâncias, algumas podem ser expressas como nomes comerciais e sua composição química precisará ser entendida.
- Também é importante lembrar que a maioria das exposições industriais a químicos (inalação, contato com a pele) são a misturas, não a substâncias únicas. Nesses casos, informações sobre a composição da mistura precisam ser conhecidas.
- A forma das substâncias (gases, vapores etc.) e outros agentes mais um conhecimento de onde estes estão presentes no local de trabalho/tarefa que passa por avaliação.
- Um entendimento do(s) efeito(s) dos agentes/fatores relevantes (químicos, físicos, biológicos, ergonômicos) no corpo.
- Um conhecimento dos tipos de trabalhos realizados (por exemplo, operação, manutenção, supervisão, laboratório) e os elementos desses

trabalhos para os quais maior exposição a agentes químicos, físicos ou biológicos ou uma situação ergonômica adversa podem ocorrer.

- Estimativas de exposição e sua magnitude com relação a quaisquer limites de exposição ocupacional relevantes que possam ter sido promulgados.
- Os tipos e extensão das exposições ocupacionais.
- Padrão de trabalho/turno.
- As práticas operacionais recomendadas e medidas preventivas (incluindo controle de engenharia).
- Experiências de saúde do trabalhador, por exemplo, verificar se há/houve quaisquer casos de doença ocupacional, incidentes, reclamações ou solicitações de compensação.
- Qualquer outra informação relevante. Há uma necessidade, por exemplo, de colocar observações, dados etc., em perspectiva e de avaliar até que ponto são típicos comparados com as práticas e procedimentos “normais”.

A existência de inventários/registros de substâncias, agentes não-químicos (por exemplo, fontes de ruído e radiação) e os tipos de trabalhos realizados podem ser extremamente úteis na realização de uma avaliação.

A disponibilidade de fontes relevantes de informações também pode ser uma vantagem considerável, por exemplo

- Fichas de informações de segurança de produto químico (FISPQ).
- Rótulo do fabricante.
- Documentação ACGIH TLV.
- Outras fontes (por exemplo, nacional, empresa, associação comercial, técnico) e fontes não-publicadas.

5.3.3 Avaliar o(s) risco(s) para a saúde

Após coletar todas as informações relevantes, a avaliação real é realizada. Isto envolve lesão e observação, por exemplo, com relação às práticas operacionais e medidas preventivas realmente adotadas em uma tarefa específica e, onde necessário, medidas ambientais (por exemplo, monitoramento da exposição pessoal).

Lembre-se de perguntar sobre a existência e aplicação de um sistema de permissão de trabalho e de verificar o escopo e eficácia de sua aplicação do ponto de vista da proteção à saúde.

Uma avaliação deve ser “adequada e suficiente”. Claramente, portanto, ela deve ser conduzida por uma “pessoa competente” e o tipo de indivíduo que constitui tal pessoa vai variar de um local de trabalho para outro. Em alguns casos, a assistência de um higienista ocupacional totalmente qualificado será necessária por causa da natureza mais complexa do(s) risco(s) investigado(s).

Um ponto crítico a ser analisado é que o termo "avaliação" não é sinônimo de “medição” ou “monitoramento” de exposições ocupacionais, mas engloba considerações mais amplas, tais como os fatores já mencionados, assim como questionamentos relevantes e observação atenta dos trabalhos/tarefas sob estudo.

Por outro lado, os achados das medições das exposições ocupacionais a agentes químicos, físicos ou biológicos no local de trabalho podem formar um elemento importante da avaliação geral. Em outros casos tal monitoramento é desnecessário e inapropriado.

Monitoramento do local de trabalho

Pode ser necessário obter alguns dados de monitoramento, especialmente com relação aos níveis de exposição, como parte da avaliação geral dos riscos para a saúde. Onde o monitoramento do local de trabalho é necessário, o objetivo é auxiliar na garantia da proteção da saúde dos funcionários e a estratégia de amostragem adotada deve ser apropriada à razão básica para o tipo de pesquisa a ser conduzida. Esta última vai desde o monitoramento inicial de uma planta ou operação, para estabelecer uma situação de “linha de base”, ao monitoramento periódico de uma planta ou operação para verificar, a intervalos regulares, se condições aceitáveis estão sendo mantidas.

5.3.4 Especificar qualquer ação requerida

Onde a avaliação indicar um risco para a saúde, é necessário especificar as etapas a serem tomadas para atingir controle efetivo. Esta é uma parte integrante, importante da avaliação, que NÃO é considerada concluída sem que este aspecto seja abordado.

5.3.5 Registrar a avaliação de risco

Embora avaliações sejam importantes na abordagem preventiva da proteção da saúde, elas têm apenas valor limitado a não ser que sejam registradas por escrito e datadas e assinadas pelo avaliador. A qualidade de uma avaliação também provavelmente será aumentada quando a verificação das informações verbais pertencentes aos aspectos fundamentais da avaliação puderem ser obtidos, de um jeito ou de outro, e documentados.

5.3.6 Executar as avaliações

É importante assegurar que as recomendações de qualquer avaliação sejam implementadas adequadamente. Muitas avaliações deixam de controlar a exposição porque as ações não são implementadas.

5.3.7 Analisar a avaliação de risco

A avaliação inicial não deve ser considerada como sendo relevante para sempre. Reavaliações periódicas devem ser realizadas regularmente e em qualquer caso sempre que se suspeitar que a avaliação não seja mais válida. A seguir estão tipos de fatores que devem ativar tal avaliação adicional dos riscos para a saúde na situação acima:

Mudanças significantes em:

- Substâncias/agentes envolvidos e/ou suas fontes.
- A planta, por exemplo, modificou o controle de engenharia.
- Os processos ou métodos de trabalho.
- O volume ou taxa de produção.

Resultados adversos de:

- Monitoramento da exposição pessoal.
- Monitoramento da vigilância de saúde (por exemplo, eudiometria, monitoramento biológico).
- Monitoramento do controle dos processos (por exemplo, emissões fugitivas)

Casos de doença ocupacional.

Novas informações sobre o(s) risco(s) para a saúde de agentes químicos, físicos ou biológicos.

Na ausência de alterações/resultados adversos/casos/novas informações conhecidas, o período entre reavaliações deve depender da natureza do(s) risco(s), o trabalho e um julgamento da probabilidade de ocorrência de mudanças. Em cada evento sugere-se que todas as avaliações sejam analisadas pelo menos a cada dois anos.

5.4 Sistemas especialistas e *Control Banding*

Há diversos sistemas especialistas que foram desenvolvidos para auxiliar os funcionários a realizar as avaliações do risco para a saúde. Esses sistemas utilizam uma abordagem chamada “Control Banding”. Control banding envolve as seguintes etapas.

Classificação do risco – Características do perigo tal como frases de risco, OELs e descrições do perigo são usadas para classificar o(s) material(is) em grupos ou faixas de perigo.

Avaliação da exposição potencial – Modelos simplificados são usados para avaliar o nível de exposição para a tarefa sem realizar monitoramento da exposição.

Seleção da abordagem de controle – Estas são automaticamente selecionadas usando regras e diretrizes predeterminadas. Dependendo da abordagem de “control banding” adotada, as regras e diretrizes terão sido geradas e verificadas por um número significativo de higienistas ocupacionais qualificados. A abordagem de controle é descrita ao selecionar um documento de uma biblioteca pré-existente de folhas de diretriz.

O kit de ferramentas ILO é um exemplo de uma das abordagens de control banding. O kit de ferramentas é um programa com base na internet e pode ser acessado via website do ILO em:

http://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/ctrl_banding/toolkit/icct/index.htm (acessado em fevereiro de 2010).

O kit de ferramentas ILO foi originalmente desenvolvido a partir do COSHH Essentials do Reino Unido, que pode ser acessado em http://www.coshh-essentials.org.uk/ (acessado em fevereiro de 2010).

6 MEDIÇÃO DOS CONTAMINANTES NO AR

6.1 Princípios gerais

Estados físicos – há 3 estados físicos da matéria:

- Gás;
- Líquido;
- Sólido.

Todos os materiais podem existir em todos os três estados ou em misturas de estados, por exemplo, uma bebida fria pode conter água como líquido mas também pode conter gelo (a forma sólida da água) e o ar acima da bebida é um gás que contém água (conhecido como vapor). Dependendo da substância de interesse e do tipo de atividade que está sendo realizada, o material em questão será apresentando de forma diferente.

Vapor – o estado gasoso de uma substância que é líquida a 25℃ e 760 mm Hg (STP).

Névoa – partículas líquidas, de tamanho grande, em geral produzidas por formação de bolhas, respingo ou fervura de um líquido.

Fumaça – Partículas sólidas produzidas por condensação de um líquido ou reação entre dois gases. O tamanho da partícula de fumaça é <1 mícron (µm) de diâmetro. Qualquer coisa acima disto é considerada uma partícula de poeira.

Poeira – partículas de material sólido no faixa ampla de tamanho de 1 mícron a 1 milímetro de diâmetro. Qualquer coisa com tamanho de partícula maior é considerada como cascalho e será muito pesada para permanecer no ar.

Aerossol - termo geral para as dispersões de partículas sólidas ou líquidas de tamanho microscópico em um meio gasoso, por exemplo, neblina, fumaça etc., embora comumente usado como termo para spray líquido fino (por exemplo, “lata de aerossol”).

Fibra – Particulado sólido que é longo e fino, isto é, possui uma alta proporção de comprimento para largura.

NB: Mícron (µm), uma unidade de comprimento correspondente a um milionésimo de um metro ou um milésimo de um milímetro.

Como esperado, diferentes técnicas de amostragem são necessárias para cada um dos estados de matéria acima.

6.1.1 Técnicas de amostragem

O requisito fundamental de qualquer técnica de medição é que esta deve ser apropriada para o propósito da medição. Isto significa que deve fornecer informações necessárias para as decisões que serão tomadas com base nas informações.

'Monitoramento' ou "Amostragem" significa o uso de técnicas de higiene ocupacional válidas e adequadas para gerar uma estimativa quantitativa da exposição dos funcionários a substâncias perigosas para a saúde. Somente métodos de monitoramento válidos devem ser usados. Estes são publicados por organizações tais como HSE no Reino Unido e NIOSH nos EUA. Outros países também produzem métodos e em alguns casos estes são especificados como sendo compulsórios pela legislação local. No caso de contaminantes transportados pelo ar, o monitoramento envolve a amostragem periódica ou contínua da atmosfera no local de trabalho e em geral vai exigir amostragem na zona de respiração do pessoal de operação por meio de equipamento de amostragem pessoal.

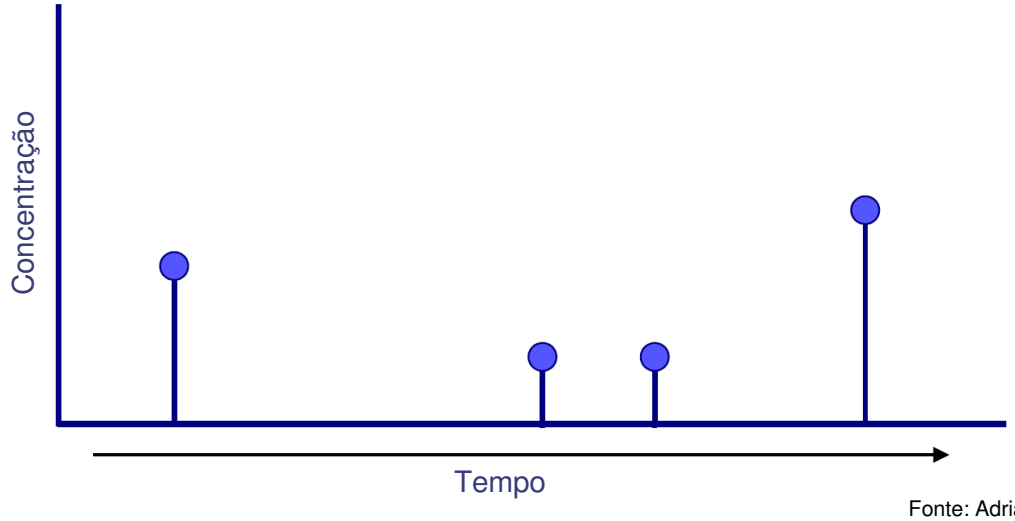
Além do monitoramento pessoal, monitoramento fixo/estático também pode oferecer informações limitadas quanto à exposição de um indivíduo. No entanto, pode fornecer um guia para as fontes de contaminantes, eficácia das medidas de controle e as concentrações atmosféricas gerais da sala de trabalho.

6.1.2 Tipos de amostragem

Há cinco tipos principais de amostragem:

Rápida

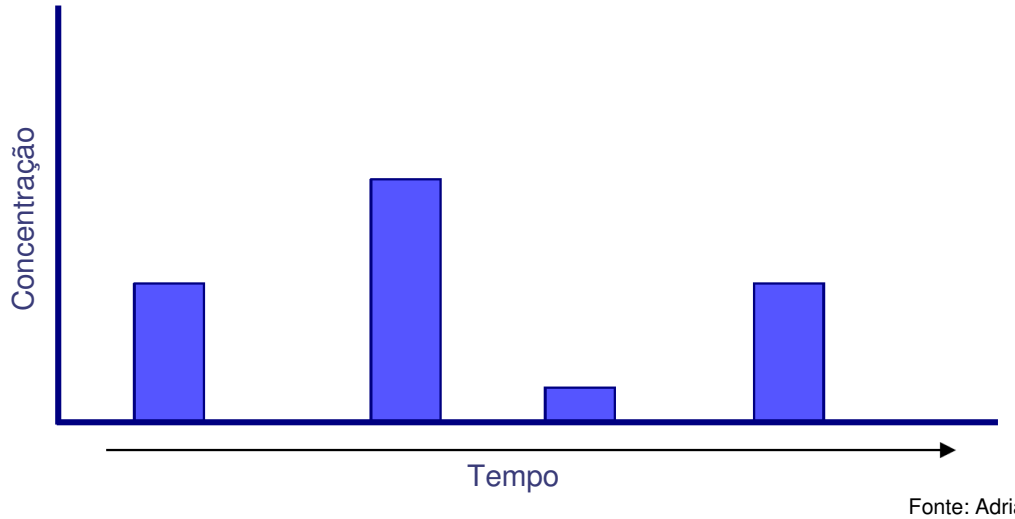
Amostragem rápida pode ser usada como técnica de triagem; ela fornecerá a concentração de um contaminante em um momento e local específico e ajudará a confirmar a presença de e/ou identificar um contaminante em suspensão.



Fonte: Adrian Hirst

Curto prazo

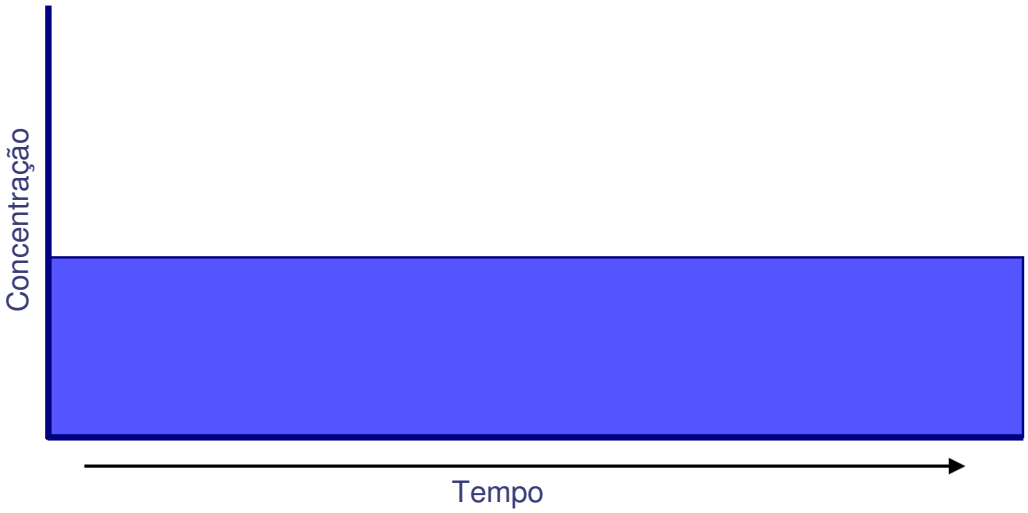
O monitoramento a curto prazo determinará as concentrações em um curto período de tempo, normalmente até 10 ou 15 minutos. Os resultados são normalmente calculados como média ponderada pelo tempo (TWA) e podem ser comparados com qualquer limite de exposição a curto prazo relevante recomendado (principalmente WEL) e usados para determinar
exposições a perigos intensos, por exemplo, a cádmio.



Fonte: Adrian Hirst

Longo prazo

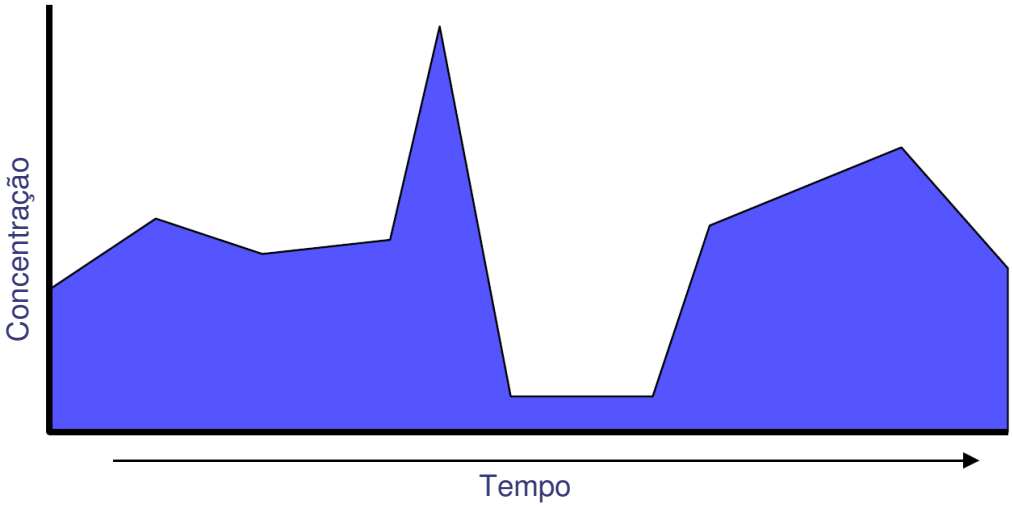
Monitoramento a longo prazo é similarmente determinado com base em média ponderada de tempo e relacionado aos limites recomendados de longo prazo (8 horas TWA). Meio turno (4 horas), ou o prazo para concluir uma operação específica ou turno completo (nominalmente 8 horas) e normalmente os períodos de tempo monitorados.



Fonte: Adrian Hirst

Contínuo

O monitoramento vai indicar as variações nas concentrações e é semelhante à amostragem rápida uma vez que os níveis de pico podem ser identificados assim como as concentrações/exposições médias que estão sendo determinadas.



Fonte: Adrian Hirst

Bulk

Em algumas circunstâncias, amostras bulk das substâncias manuseadas também podem ser coletadas e analisadas para propósitos de identificação, mas não é possível relacionar os resultados das amostras bulk às amostras do ar coletadas. No entanto, com alguns contaminantes, tais como amianto, amostragem bulk é uma parte essencial do processo de identificação.

Os tipos de amostragem descritos acima e os limites de exposição mencionados na EH4O no Reino Unido (ou outra lei/diretiva) têm como base a suposição de que a inalação é a principal rota de entrada no corpo. No entanto a absorção pela pele e ingestão também podem ocorrer e a única maneira certa de medir a exposição às substâncias que entram no corpo por essas rotas é aplicar métodos de monitoramento biológico. Geralmente, tais métodos medem a quantidade de uma substância ou de um ou mais de seus metabólitos em um dos dois fluidos corporais acessíveis – sangue ou urina. Detalhes de tais técnicas de amostragem serão cobertos na Seção 8 deste manual.

Medições para substâncias particulares em um momento específico contam uma parte da história, e deve-se lembrar de que a concentração pode variar à medida que ocorrem mudanças no processo etc. Estratégias adequadas de amostragem devem ser adotadas para decidir que grupos de trabalhadores, que locais na fábrica e que turnos devem ser monitorados.

Uma das primeiras perguntas que você deve fazer sobre qualquer das técnicas de amostragem é o que os resultados me dirão. Quais são as normas contra as quais eles podem ser julgados?

6.2 Equipamento de amostragem

A escolha de equipamentos/dispositivos de amostragem depende de diversos fatores incluindo portabilidade, facilidade de uso, eficiência do dispositivo, confiabilidade, tipo de análise ou informações exigidas, adequação para um propósito específico, e onde monitoramento pessoal estiver envolvido, aceitação do usuário. O equipamento de amostragem não deve afetara o desempenho dos trabalhadores de qualquer forma; ele deve ser confortável de usar e não inibir a destreza ou alterar seu modo de operação. Também não deve ser um perigo para o trabalhador ou área, por exemplo, algum equipamento deverá ser intrinsecamente seguro.

Nenhum equipamento o qual seja adequado para todos os tipos de amostragem está disponível. A tendência é produzir monitores para propósitos especais para contaminantes específicos ou grupos de contaminantes.

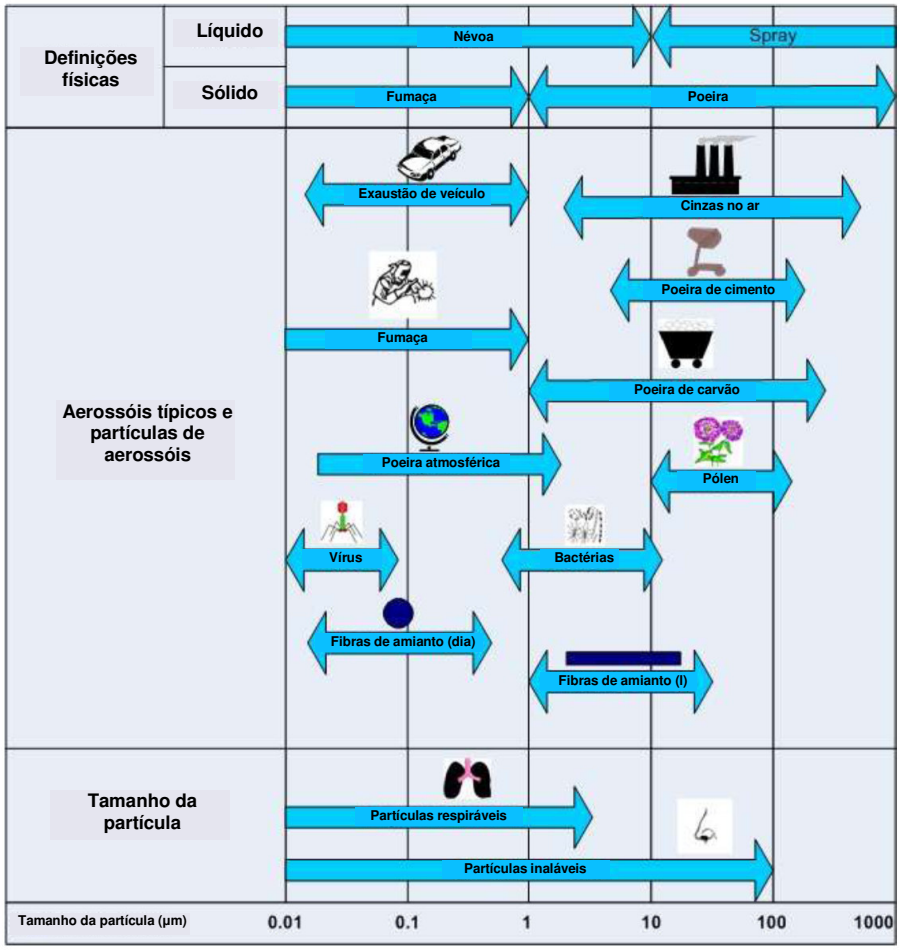
6.3 Registros de amostragem

Detalhes completos da amostragem realizada devem ser registrados e mantidos. O registro deve indicar quando o monitoramento foi realizado, quem e onde foi monitorado, detalhes do equipamento usado, as operações em andamento no momento da pesquisa e os resultados obtidos. Na maioria dos países, registros de monitoramento devem estar disponíveis para funcionários ou seus representantes.

6.4 Amostragem para partículas transportadas pelo ar

6.4.1 Tamanho das partículas

A maioria dos aerossóis industriais contém partículas de uma grande variedade de tamanhos.



Fonte: Adrian Hirst

Figura 6.1 – Tamanhos de partículas

O comportamento, deposição e destino da qualquer partícula específica após entrada no sistema respiratório e a resposta do corpo depende da natureza, por exemplo, solubilidade e tamanho da partícula. Em geral há duas frações de tamanho de interesse para os higienistas ocupacionais e estas são denominadas *total inalável* e *respirável.*

Poeira total inalável é a fração de material transportado pelo ar que entra no nariz e boca durante a respiração e é, portanto, responsável pela deposição em qualquer lugar no trato respiratório. Os tamanhos das partículas da poeira total inalável é de até 100 mícron.

Poeira respirável é aquela fração que penetra no fundo do pulmão onde a troca de gases ocorre. O tamanho das partículas da poeira respirável é de até 10 mícron.

É importante mencionar que o comportamento da partícula depende de fatores tais como formato e densidade da partícula, velocidade e direção do vento, frequência respiratória e se a respiração é pelo nariz ou pela boca. Na prática, o número (e massa) das partículas de >50 mícron em uma nuvem de poeira típica transportada pelo ar é pequeno.

6.4.2 Elementos de um sistema de amostragem

Ao realizar o monitoramento pessoal de partículas transportadas pelo ar há três componentes principais do sistema de amostragem que formam o “trem de amostragem”. Estes são a Bomba, Filtro e Cabeçote de Amostragem. A bomba é usada para direcionar o ar no cabeçote de amostragem e coletar quaisquer partículas em um filtro.

Fonte: SKC Limited

Figura 6.2 – Elementos de um sistema de amostragem

A bomba é um dispositivo movido a bateria que é usado pelo trabalhador. A bomba deve ser capaz de operar a uma taxa de fluxo constante (geralmente entre 1 e 2,5 litros por minuto) por períodos prolongados de até 8 horas. A calibração da bomba, assim como a medição do tempo de amostragem, nos permite calcular o volume de ar que está sendo amostrado.

Os filtros precisam ser capazes de coletar todo o material particulado que foi trazido a eles e ao mesmo tempo precisam ser compatíveis com qualquer técnica de análise subsequente. Geralmente, estes são filtros de fibra de vidro e filtros de membrana. Quando a análise é para poeira, então um filtro de fibra de vidro é usado. Os filtros são pesados antes e após o uso para que uma alteração de peso possa ser determinada. Esta mudança de peso pode ser usada com a taxa de fluxo e tempo de amostragem para chegar a uma exposição medida usando a equação abaixo.

$$\text{Concentração (mg/m3)} = \frac{\text{Ganho de peso (mg) x 1000}}{\text{Taxa de fluxo (litro/min) x Tempo (min)}}$$

Nota exploratória – o número de 1000 é necessário no numerador desta fórmula para converter o volume da amostra do denominador de litros para m3.

A fórmula acima também pode ser expressa como:

$$\text{Concentração (mg/m3)} = \frac{\text{Ganho de peso (µg)}}{\text{Taxa de fluxo (litro/min) x Tempo (min)}}$$

onde o ganho de peso é expresso nas unidades de microgramas (mg).

O cabeçote de amostragem permite que o filtro seja mantido na posição correta, mas também pode agir como um separador de tamanho. A poeira total inalável é geralmente medida usando um cabeçote de amostragem IOM, embora outros dispositivos também estejam disponíveis. A poeira respirável é medida usando um pré-selecionador ciclone que remove as partículas maiores antes que atinjam o filtro.

Fonte SKC Limited

Figura 6.3 – Cabeçote de amostragem de poeira inalável IOM (esquerda) e cabeçote de amostragem de poeira respirável ciclone (direita)

6.5 Amostragem de gases e vapores

6.5.1 Equipamento de amostragem

A maioria das amostragens atmosféricas para gases e vapores é realizada utilizando métodos ativos, isto é, por meio de um método de bomba de amostragem mecânica. A atmosfera a ser monitorada é direcionada pela bomba através de um material de filtragem/absorvente durante um período de tempo conhecido como taxa de fluxo.

Para gases e vapores outro tipo principal de amostrador foi desenvolvido, sendo descrito como “passivo”. Normalmente amostradores passivos trabalham por difusão de ar através de uma membrana permeável para um adsorvente sólido para análise subsequente.

Os principais tipos de equipamento que pode ser utilizado para as quatro principais técnicas de amostragem estão resumidos nas tabelas abaixo com um breve resumo de seus modos de operação e as principais vantagens e desvantagens. No entanto, as listas não são fixas, pois pode haver muitos tipos diferentes de cada um disponível para a tarefa em mãos.

Ao amostrar para vapor, precisamos lembrar que a quantidade de vapor liberada de um líquido é essencialmente uma função do ponto de ebulição dos líquidos. Se uma substância evapora prontamente, é geralmente denominada “volátil”.

Quanto mais baixo o ponto de ebulição de uma substância, mais vapor é produzido. No entanto, o peso molecular e estrutura de uma substância também estão envolvidos. Outros fatores também podem afetar a produção/quantidade de vapor, a saber:

1. Área de superfície
2. Movimento do ar, agitação e respingos
3. Temperatura.

Equipamento usado para amostragem rápida

Tipo do equipamento	Modo de operação	Vantagens	Desvantagens
Tubos detectores	Reação química produz alteração de cor.	Resultados instantâneos, fáceis de usar	Não muito preciso, com frequência os tubos são não-específicos.
Bolsas, seringas e contêineres de amostragem de gás	Bombas usadas para encher uma bolsa ou contêiner a ser enviado para análise	Simples, leve, barato	Sem efeito de concentração, podem ocorrer perdas. Não-instantâneo
Fitas de papel/filtros impregnados	Ar direcionado através de papel impregnado com reagentes químicos produzindo uma mudança de cor.	Leitura direta, pode ser usado para outras técnicas de amostragem	A mancha pode apagar. Amostrador pessoal bulky. Não-específico
Detectores eletroquímicos	A substância interage com célula do detector eletroquímico	Leitura direta, simples, leve. Também usado para outras técnicas de amostragem	Caro, exige calibração, não-específico
Analisador de vapor de mercúrio Gold Film	O vapor de mercúrio aumenta a resistência do sensor de filme dourado	Simples, leve, específico	Caro, requer limpeza e calibragem regulares

Equipamento usado para coleta de amostras de curto e longo prazo

Tipo do equipamento	Modo de operação	Vantagens	Desvantagens
Amostradores por bomba com coletor adsorvente, por exemplo, carvão ou tenaz	O ar é direcionado por um tubo no qual as substâncias de interesse são coletadas	Preciso, confiável, usado em muitos métodos oficiais	Precisa de sistemas de análise complexos, resultados não-instantâneos
Amostrador passivo	O contaminante passa através de uma membrana para um coletor adsorvente de material de filtro.	Pequeno, robusto, barato, aceitável para os operadores	Pode exigir validação em condições de campo Precisa de sistemas de análise complexos. Resultados não-instantâneos
Borbulhadores/Impingers	O ar borbulha através de um solvente ou solução reagente	A solução obtida pode ser analisada diretamente.	O portador transporta um frasco de vidro. Dispositivos bulky, podem ocorrer perdas.

Equipamento usado para amostragem contínua

Tipo do equipamento	Modo de operação	Vantagens	Desvantagens
Ionização de chama, por exemplo, analisador de vapor orgânico (OVA) ou analisador de vapor total (TVA)	Combustão de orgânicos no ar / chama de hidrogênio produz íons – sentido por eletrodos e convertidos em um sinal de tensão	Portátil, em geral intrinsecamente seguro	Limitado na variedade e especificidade dos contaminantes
Infravermelho, por exemplo, Analisador Mirian	Absorção de radiação IR usada para medir a concentração da substância	Semiportátil, limitado nos compostos que pode detectar	Bulky, não-intrinsecamente seguro
Ultravioleta	Absorbância de ultravioleta	Portátil	Interferências, calibração, não-intrinsecamente seguro

6.5.2 Métodos de amostragem

Ao decidir que amostragem é exigida, diversos fatores foram considerados. Diversos tais como o local do amostrador e duração do período de amostragem foram brevemente mencionados. No entanto, um conhecimento abrangente dos processos envolvidos e os contaminantes prováveis a serem monitorados procede todas as considerações. Trabalho cuidadoso realizado aqui pode minimizar a quantidade de amostragem subsequentemente realizada e otimizar o valor dos resultados obtidos. O tipo de método analítico a ser usado e os critérios contra os quais avaliações devem ser feitas também são considerações importantes.

Métodos validados de amostragem e análise tais como aqueles publicados pela HSE em sua série Métodos para Determinação de Substâncias Perigosas (MDHS) e o National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) devem ser usados onde possível.

Todas as instruções inclusas nestes métodos tais como taxas de fluxo de bombas de amostragem, cronogramas de calibração e meio apropriado de coleta de amostra (por exemplo, adsorvente, papel filtro) etc., devem ser estritamente observadas para que os métodos de amostragem sejam válidos.

Além disso, as seguintes questões devem ser resolvidas antes que a amostragem comece:

A quantidade de material exigido

- O analista deve receber material suficiente para assegurar um resultado preciso, representativo.
- Sempre consulte o analista antes de coletar as amostras para discutir o tipo e quantidade exigidos, embalagem, transporte, armazenagem, etc.

Manuseio da amostra

Manuseio e transporte inadequado de amostras de materiais podem gerar perdas ou contaminação. Fatores incluem o tipo de container usado assim como quaisquer requisitos para armazenar em baixas temperaturas ou longe da luz solar. Informações podem geralmente ser obtidas junto ao laboratório que realiza a análise,

6.5.3 Amostragem de posição fixa

Esta pode ser empregada para fornecer informações sobre contaminação de fontes fixas e eficácia de medidas de controle, por exemplo, ventilação de exaustão local. Aparelho semelhante ao empregado acima pode ser usado para amostragem de posição fixa, assim como bombas de amostragem maiores com taxas de fluxo de amostragem de até
100 litros por minuto. Deve-se tomar cuidado ao interpretar os resultados, pois os tamanhos das partículas coletadas podem ser diferente com taxas de fluxo mais altas. Além disso, amostras de posição fixa não podem ser usadas para estabelecer exposições pessoais ou ser comparadas a padrões de higiene.

6.6 Estratégias de amostragem

Primeiro precisamos entender as razões para monitorar e estas são fornecidas abaixo. A medida da exposição pessoal é mais importante para o higienista ocupacional, no entanto as outras razões são cobertas brevemente.

6.6.1 Identificação de contaminantes transportados pelo ar

A identificação de contaminantes transportados pelo ar requer uma técnica de amostragem que colete uma amostra representativa. A técnica em si provavelmente é semelhante àquelas já descritas, embora algumas alterações possam ser necessárias para assegurar que amostra suficiente seja coletada para a técnica de análise subsequente.

6.6.2 Vazamentos e derramamentos

Vazamentos e derramamentos requerem um instrumento de leitura contínua com uma resposta rápida. Este tipo de equipamento é normalmente empregado para gases inflamáveis e atmosferas potencialmente deficientes em oxigênio, embora gases com perigos agudos para a saúde, por exemplo, sulfeto de hidrogênio, cloro etc. possam precisar ser monitorados dessa forma. O tipo de equipamento pode ser portátil ou de posição fixa.

6.6.3 Avaliação da eficácia das medidas de controle

Isto seria normalmente realizado ao empregar dispositivos de amostragem de posição fixa fornecendo concentrações com média ponderada de tempo. A amostragem pode ser repetida periodicamente e os resultados comparados. Deve-se tomar cuidado para assegurar que as condições de trabalho sejam as mesmas durante cada exercício de amostragem. Equipamento de monitoramento contínuo pode ser empregado para avaliar quaisquer alterações que ocorram durante curtos períodos de tempo.

6.7 Métodos de análise

Há diversas técnicas analíticas disponíveis para a análise de contaminantes transportados pelo ar. Muitas são ramos dedicados da ciência e exigem analistas/técnicos treinados e experientes. Nem todas as técnicas são adequadas para todos os contaminantes, mas a maioria dos grupos químicos pode ser analisada por métodos semelhantes. Os principais métodos são exibidos abaixo:

6.7.1 Vapores orgânicos

Estes são os contaminantes que ocorrem com maior frequência em uma ampla variedade de setores, por exemplo, usados em diversas tintas, revestimentos e limpadores. Eles são normalmente amostrados por coleta em um tubo adsorvente e então adsorvidos por aquecimento ou purga diretamente em um

cromatógrafo a gás (GC) completo com detecção de ionização de chama(FID), ou por dessorção em um solvente e subsequente injeção de alíquotas de camada líquida em um GC. Ambas as técnicas são bem estabelecidas e podem utilizar procedimentos de amostragem automática e sistemas de controle de dados computadorizados, de forma que múltiplas amostras possam ser analisadas e as análises realizadas 24 horas por dia.

6.7.2 Gases inorgânicos

Técnicas separadas são necessárias para gases individuais, enquanto alguns podem ser analisados por métodos de GC/condutividade térmica, gases de enxofre precisam de fotometria e microcoulometria enquanto monóxido e dióxido de carbono podem ser detectados por infravermelho e óxidos de nitrogênio e ozônio por quimiluminescência. Na prática, com frequência é mais fácil medir gases inorgânicos usando dispositivos de leitura direta que não requerem análise.

6.7.3 Matéria particulada orgânica

Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos particulados (PCAs) são coletados em um meio de papel filtro e solvente extraído e analisado por cromatografia líquida de alta pressão (HPLC). Névoa de óleo é coletada de maneira similar e pode ser analisada gravimetricamente ou qualitativamente por meios infravermelho (IR) ou ultravioleta (UV).

6.7.4 Metais e seus compostos

Fumaças de metais são coletadas em meio de papel filtro e analisadas por Absorção Atômica (AA) ou por Espectroscopia por Arco de Plasma Acoplado Indutivamente (ICP).

6.7.5 Poeiras minerais

Amianto no ar é uma técnica especialista que envolve coleta em um filtro de membrana de éster de celulose e análise, ao contar o número de fibras tipo amianto presentes no filtro, por microscopia de contraste de fase. Sílica cristalina é similarmente coletada, e então o filtro é analisado quantitativamente por difração de raio x (XRD) ou infravermelho.

6.7.6 Calibração e controle de qualidade

Para atingir resultados confiáveis, a análise das amostras coletadas somente deve ser realizada por organizações que possuem sistemas adequados de controle de qualidade interno implementados. Além disso devem fazer parte de esquemas de teste de proficiência externos adequados tais como WASP ou RICE (ambos no Reino Unido) ou PAT (EUA). Em muitos países a realização de testes laboratoriais pode ser independentemente avaliada por um corpo de certificação independente tal como UKAS (Reino Unido) ou NATA (Austrália).

Maior ênfase está sendo colocada na "cadeia de custódia" das amostras, para que uma ligação possa ser demonstrada entre os dispositivos colocados nos operadores e a amostra real analisada.

7 PADRÕES DE HIGIENE E LIMITES DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

7.1 Introdução

Vimos que muitos dos agentes químicos e físicos encontrados na indústria hoje são potencialmente prejudiciais se não forem manuseados corretamente ou se estiverem presentes em quantidades excessivas no ambiente do local de trabalho. O objetivo da higiene ocupacional é prevenir ou reduzir a exposição a tais agentes.

As normas de higiene ou limites de exposição ocupacional (OELs) são medidas úteis com as quais as exposições a agentes químicos e físicos no ambiente do local de trabalho podem ser comparadas. Há alguns pontos principais a lembrar sobre os padrões de higiene, a saber:

- Eles não são um índice de toxicidade.

- Eles não representam uma boa demarcação entre a boa e a má prática.
- Eles têm como base as melhores informações atuais disponíveis e são passíveis de mudança.
- Se não há um padrão de higiene estabelecido para uma substância química, isto não significa que a substância é segura.
- Uma boa prática de higiene ocupacional é manter contaminantes transportados pelo ar no menor nível possível, não apenas abaixo do(s) padrão(ões) de higiene relevante(s).
- Eles se aplicam à exposição ocupacional de adultos. Não são aplicáveis à exposição ambiental onde há grupos mais suscetíveis, por exemplo, mulheres grávidas, crianças, enfermos.
- Para químicos, eles geralmente se relacionam a concentrações no ar, isto é, eles apenas levam em conta a rota de entrada por inalação.
- Eles geralmente se referem a substâncias únicas, embora alguma orientação possa ser dada com relação a exposições mistas.

7.2 Estabelecimento de padrões de higiene e limites de exposição

Há três tipos principais de padrões de higiene, aqueles para agentes químicos tais como gases, vapores, fumaças, névoas, poeiras e aerossóis; aqueles para agentes físicos tais como ruídos, vibração, calor, frio e radiação (ionizante e

não-ionizante); e finalmente índices de exposição biológica.

Ao estabelecer padrões de higiene para agentes perigosos, os efeitos que os agentes podem ter no corpo devem ser considerados, a saber:-

- Contato
- Efeitos tóxicos locais no ponto de contato (pele, olho, trato respiratório etc.)
- Absorção
- Transporte, Metabolismo, Armazenagem
- Efeitos tóxicos sistêmicos longe do ponto de contato (qualquer sistema de órgãos, por exemplo, sangue, ossos, sistema nervoso, rins etc.)
- Excreção
- Toxicidade aguda, isto é, efeitos adversos ocorrem dentro de um curto tempo de exposição a uma única dose, ou múltiplas doses por um período de 24 horas ou menos, por exemplo, irritação, asfixia, narcose
- Toxicidade crônica, isto é, efeitos adversos ocorrem como resultado de exposição diária repetida por um longo período de tempo (semanas, anos), por exemplo, envenenamentos sistêmicos, fibrose pulmonar, (carcinógenos) e perda auditiva induzida por ruído.

Os dados para estabelecer padrões de higiene incluem o uso de

- Estudos animais
- Pesquisa e experimentos com humanos
- Epidemiologia (o estudo estatístico de padrões de doença em grupos de indivíduos)
- Analogia.

Também há variáveis biológicas; pessoas (animais) reagem de forma diferente à mesma dose de um agente físico ou químico (hipersensibilidade, resistência média). Portanto, as relações de dose/resposta têm que ser consideradas.

7.3 Padrões de higiene para agentes químicos

Somente alguns países possuem organizações com o maquinário apropriado para determinar e manter sob análise contínua os limites de exposição ocupacional para agentes químicos. A maioria dos países fundamentou seus critérios de orientação em um dos seguintes conjuntos de limites de exposição ocupacional:

Limite	**País / União**
TLV – Threshold Limit Value	EUA
MAK – Maximale Arbeitsplatz-Konzentration	Alemanha
MAC	Rússia
WEL – Workplace Exposure Limit	Reino Unido
IOELVs (Indicative Occupational Exposure Limit Value)	Europa
OES – Occupational Exposure Standards	Austrália
WES – Workplace Exposure Standards	Nova Zelândia

7.3.1 Quantificação das concentrações no ar de agentes químicos

Contaminantes no ar podem ser quantificados de diversas formas e estas se relacionam aos padrões de higiene relevantes:

- Por volume – concentração atmosférica em partes por milhão (ppm)
- Por peso – miligramas de substância por metro cúbico de ar (mg/m^3). Há uma correlação entre ppm e $mg.m^{-3}$:

$$\text{Conc por peso } (mg/m^3) = \frac{\text{Conc por volume (ppm) x Peso molecular}}{24.06}$$

a 20℃ e 760 mm Hg (1 pressão atmosférica)

- Numérico – para fibras, fibras por milímetro de ar (fibras/ml)

7.3.2 Categorias de limites de exposição

Limites de exposição a longo prazo são expressos como Média Ponderada pelo Tempo (TWA) normalmente durante um período de oito horas. Isto permite que as exposições variem durante o dia de trabalho desde que a exposição média não exceda o limite.

Limite de exposição a curto prazo (STEL), normalmente por um período de 15 minutos, é usado quando a exposição por curtos períodos de tempo ocorre.

Limites máximos são algumas vezes usados e são concentrações que não devem ser excedidas durante qualquer parte da exposição de trabalho.

7.3.3 Observação "Pele"

Substâncias que possuem uma observação “Pele” podem ter um efeito de exposição de contribuição pela rota cutânea (incluindo membranas mucosas e olhos) seja pelo ar, ou mais especialmente, por contato direto da substância com a pele. Os limites de exposição para tais substâncias se relacionam à exposição via inalação apenas; eles não levam em conta a absorção via contato com a pele.

7.3.4 Efeitos de exposições mistas

Onde exposições mistas ocorrem, o primeiro passo é assegurar controle adequado da exposição para cada substância individual. Devem ser usados WELS (Limites de exposição no trabalho) para misturas definidas somente onde eles forem aplicáveis e somado a quaisquer WELS individuais relevantes. Eles não devem ser estendidos para situações inadequadas. É então necessário avaliar se controle adicional é necessário para combater qualquer aumento no risco de substâncias que agem em conjunto. Avaliações de especialistas para certas exposições mistas podem estar disponíveis e podem ser usadas em casos semelhantes. Em outros casos, exame atento aos dados toxicológicos poderá ser necessário para determinar quais dos principais tipos de interação (se houver) são prováveis para a combinação particular de substâncias em questão; os diversos tipos devem ser considerados na seguinte ordem.

Substâncias sinergéticas: casos conhecidos de sinergismo são consideravelmente menos comuns que os outros tipos de comportamento nas exposições mistas. No entanto, eles são mais graves em seus efeitos e requerem controle estrito. Eles também são os mais difíceis de avaliar e sempre que há razão para suspeitar de tal interação, recomendações de especialistas devem ser obtidas.

Substâncias aditivas: onde houver razão para crer que os efeitos dos componentes são aditivos, e onde os WELS são fundamentados nos mesmos efeitos para a saúde, a exposição mista deve ser avaliada por meio da fórmula;

$$\frac{C_1}{L_1} + \frac{C_2}{L_2} + \frac{C_3}{L_3} \ldots < 1$$

onde C1, C2 etc. são as concentrações médias ponderadas pelo tempo (TWA) dos componentes no ar e L1, L2 etc. são os WELs correspondentes.

Onde a soma das frações C/L não exceder 1, a exposição é considerada como não excedendo o limite de exposição nocional. O uso desta fórmula somente é aplicável onde L1, L2 etc. se relacionam ao mesmo período de referência na lista de WELs aprovados. Esta fórmula não se aplica onde o principal efeito para a saúde é câncer ou sensibilização respiratória. Para misturas contendo essas substâncias a principal tarefa é reduzir a exposição até onde razoavelmente praticável.

Substâncias independentes: onde nenhum efeito sinergético ou aditivo for conhecido ou considerado provável, os componentes podem ser considerados como agindo de forma independente e as medidas necessárias para atingir controle adequado avaliadas para cada um separadamente. Os controles necessários para a mistura serão aqueles para o componente que requer o controle mais estrito.

7.3.5 Cálculo da exposição com relação aos períodos de referência especificados

O período de referência de 8 horas

O termo "período de referência de 8 horas" está relacionado ao procedimento por meio do qual as exposições ocupacionais em qualquer período de 24 horas são tratadas como equivalentes a uma única exposição uniforme por 8 horas (a exposição da média ponderada pelo tempo (TWA) de 8 horas).
A TWA de 8 horas pode ser representada matematicamente por:

$$\frac{C_1 \times T_1 + C_2 \times T_2 + \ldots\ldots C_n \times T_n}{8}$$

onde C_1 é a exposição ocupacional e T_1 é o tempo de exposição associado em horas em qualquer período de 24 horas.

Exemplo 1

O operador trabalha por 7h 20min em um processo no qual ele está exposto a uma substância perigosa para a saúde. A exposição média durante este período é medida como 0,12 mg.m^{-3}.

A TWA de 8 horas, portanto, é -
7h 20min (7,33 h) a 0,12 mg.m^{-3}
40min (0,67h) a 0 mg.m^{-3}
Isto é:

$$\frac{(0.12 \times 7.33) + (0 \times 0.67)}{8}$$

$$= 0.11 \text{ mg.m}^{-3}$$

O período de referência de curto prazo

A exposição deve ser registrada como a média durante o período de referência de curto prazo especificado (geralmente 15 minutos) e normalmente deve ser determinada durante esse período.

Se o período de Exposição for menor que 15 minutos, o resultado da amostragem deve ser a média de 15 minutos. Por exemplo, se uma amostra de 5 minutos produzir um nível de 150 ppm e for imediatamente seguida por um período de exposição zero, então a exposição média de 15 minutos será 50 ppm.

Isto é:

$$\frac{5 \times 150}{15} = 50 \text{ ppm}$$

Período de exposição é de 15 minutos ou mais

Medições devem ser realizadas por um período de 15 minutos e o resultado é a exposição média de 15 minutos. Medições para períodos maiores que 15 minutos não devem ser usadas para calcular a exposição média de 15 minutos, mas se a exposição média durante o período mais longo exceder o limite de exposição de 15 minutos, então esse limite deve ter sido excedido durante o período de 15 minutos.

7.4 Valores de orientação de monitoramento biológico

O monitoramento biológico pode ser uma técnica complementar muito útil para o monitoramento do ar quando as técnicas de amostragem de ar por si só não puderem dar uma indicação confiável da exposição.

Monitoramento biológico é a medição e avaliação de substâncias perigosas ou seus metabólitos nos tecidos, excretas ou ar expirado em trabalhadores expostos. Medidas refletem a absorção de uma substância por todas as rotas. Monitoramento biológico pode ser particularmente útil nos casos em que há probabilidade de haver absorção significativa pela pele e/ou trato gastrointestinal após a ingestão, onde o controle de exposição depende de equipamento de proteção respiratória, onde há uma relação razoavelmente bem definida entre o monitoramento biológico e efeito; ou onde ele fornece informações sobre a dose acumulada e a carga do órgão alvo que está relacionada à toxicidade.

Na maioria dos casos, limites para o controle biológico não são estatutários e qualquer monitoramento biológico realizado precisa ser conduzido voluntariamente (ou seja, com o consentimento plenamente informado de todos os interessados). BMGVs se destinam a ser usados como ferramentas na realização da tarefa principal do funcionário para garantir o controle de exposição. Onde um BMGV for excedido não significa necessariamente que qualquer padrão correspondente no ar tenha sido ultrapassado, nem que a doença irá ocorrer. Pretende-se que onde eles forem excedidos será dada uma indicação de que são necessárias investigações sobre medidas de controle atuais e práticas de trabalho. Também deve ser observado que BMGVs não são uma alternativa ou substituto para os limites de exposição ocupacional no ar.

8 MONITORAMENTO BIOLÓGICO E VIGILÂNCIA SANITÁRIA

Vigilância Sanitária é um termo genérico que inclui qualquer procedimento realizado para avaliar, revisar ou monitorar a saúde de um indivíduo, a fim de identificar ou detectar qualquer alteração significativa da normalidade. Há três razões para a vigilância da saúde no trabalho:

- garantir que efeitos adversos à saúde relacionados ao trabalho sejam identificados numa fase inicial; algumas vezes isso é obrigatório, por exemplo, no Reino Unido em relação ao trabalho com chumbo.

- garantir a aptidão médica continuada para tarefas específicas como mergulho e combate a incêndio;

- promover a saúde geral.

A decisão de realizar a vigilância da saúde depende dos resultados de uma avaliação de risco à saúde e que só deve ocorrer quando a exposição puder resultar em um efeito adverso à saúde ou doença e onde houver técnicas válidas para detectar o efeito ou doença.

Os objetivos da vigilância da saúde são:

- manter a boa saúde por meio da detecção precoce de alterações adversas atribuídas à exposição;

- auxiliar na avaliação da eficácia das medidas de controle;

- coletar dados relevantes para a detecção e avaliação dos perigos para a saúde.

Técnicas de vigilância da saúde devem ser altamente sensíveis e específicas em sua capacidade de detectar os efeitos em um estágio inicial e reversível. Elas devem ser seguras, de preferência não-invasivas e aceitáveis para o funcionário. Custo também deve ser considerado.

Os resultados da vigilância da saúde devem levar a alguma ação de benefício para a saúde dos funcionários e os métodos de registro e análise dos resultados e os critérios e opções de ação devem ser estabelecidos antes de começar.

Monitoramento biológico é uma parte integrante da vigilância da saúde e é a medida de tecidos, fluidos ou comportamento humano em comparação com o que é considerado um intervalo normal de valores. Medições em indivíduos devem ser tratadas como medições feitas na prática clínica e a confidencialidade médica se aplica.

Em contraste com o monitoramento ambiental, o monitoramento biológico pode estabelecer não só a exposição a um determinado perigo, mas também seu efeito sobre um indivíduo ou grupo de pessoas. Por exemplo, o monitoramento da dose individual pode dar uma boa indicação da exposição a poeira ou vapor tóxico, mas não pode demonstrar seu efeito sobre o indivíduo, uma vez que a taxa de trabalho, eficiência pulmonar e do aparelho circulatório, adequação, idade, variabilidade genética, percentual de gordura, sexo, medicamentos e álcool têm influência sobre o quanto é realmente absorvido e como é metabolizado mais tarde.

Os riscos de um material tóxico para um trabalhador estão mais diretamente relacionados à sua absorção desse material do que à sua concentração no ambiente de trabalho. Pode haver um fator de diferença de aproximadamente 4 na captação de pessoas nas mesmas condições, e isso justifica o monitoramento biológico. O tempo de monitoramento biológico dependerá das taxas esperadas de absorção, metabolismo e excreção e a conhecida meia-vida da substância em questão. A média de resultados de medições para um número de indivíduos em um grupo fornece um melhor índice de exposição do que medidas isoladas.

Com técnicas de amostragem, análise e controle de qualidade escrupulosos, o monitoramento biológico pode apontar indivíduos suscetíveis, a captação, dentro ou fora dos níveis aceitáveis e grupos de pessoas de alta exposição que podem ter sido perdidos pelo monitoramento ambiental. Idealmente as duas formas de monitoramento devem caminhar juntas.

Medições biológicas podem determinar: –

- o conteúdo de um material tóxico ou do seu metabólito na urina, sangue e respiração (e no caso de arsênico, cortes de cabelo e unhas).

- seus efeitos nos sistemas de enzimas ou vias metabólicas, por exemplo, síntese de heme está alterada pela exposição ao chumbo e avaliados pelo nível na urina de ALA (ácido aminolevulínico).

- mudança do tecido reversível precoce, por exemplo, gama GT (gama-glutamil transferase)

- mudanças fisiológicas (por exemplo, testes de função pulmonar)

- alterações imunológicas (por exemplo, testes de prick).

Urina e sangue são os meios mais comuns testados e os níveis de uma substância tóxica ou de seu metabólito na urina ou sangue são medidos, dado um critério de absorção no corpo de uma determinada substância, por exemplo, encontrar o cádmio na urina denota a absorção no organismo de cádmio, mas a proteína demonstrada na urina (não é um constituinte normal) pode indicar danos nos rins.

8.1 Urina

A urina pode ser testada para uma grande variedade de finalidades:

- Células (citologia exfoliativa) – câncer de bexiga
- Nível de toxina, por exemplo, mercúrio
- Nível de metabólito, por exemplo ,TCA (ácido tricarboxílico)
- Proteína (especialmente danos nos rins)
- Bile (icterícia)
- Açúcar (diabetes) – relevantes para a jornada de trabalho, condução de veículos de serviço público (PSV).

8.2 Sangue

Tal como acontece com a urina, o sangue pode ser analisado para uma ampla gama de materiais que indicam problemas de saúde ou o nível de uma determinada substância / metabólito.

- hemograma completo e hemoglobina – chumbo, benzeno, álcool, trabalho nos trópicos
- Soro (congelado) – níveis basais de anticorpos em exposição a patógenos
- Testes de função hepática – álcool, produtos químicos hepatotóxicos
- Testes de função renal – toxinas nos rins
- Níveis de toxina – por exemplo, chumbo
- Níveis de metabólitos – por exemplo, ALA.

8.3 Pele

Aparência – junto com o conhecimento de uma substância e a histórico do indivíduo, especialmente no caso de substâncias irritantes.

Testes Prick – A solução padronizada de uma substância é introduzida apenas sob a superfície da pele em uma ponta da agulha. Um resultado positivo é uma pápula de um milímetro ou mais frequentemente com coceira e reflexos dentro de cinco minutos do teste. Este é usado para monitorar reações imunológicas a alguns alérgenos respiratórios como as enzimas usadas em detergentes biológicos, ou pelos de animais para aqueles que trabalham em laboratórios de experimentação animal. Os testes também são usados para diagnosticar a urticária de contato. O teste de Prick pode ser utilizado com segurança como teste pré-admissão, quando normalmente a série padrão de pólen de gramíneas, pele, e alérgenos da poeira doméstica são aplicadas.

8.4 Respiração

Por exemplo, exposição a diclorometano e monóxido de carbono.

8.5 Visão

Testes de acuidade (testes de Snellen e Keystone) são aplicáveis ao setor de transporte, por exemplo, caminhoneiros, pilotos, etc.
Testes de daltonismo (teste de Ishihara) são aplicáveis em trabalhos onde a correspondência de cores é necessária, transporte, Forças Armadas da Coroa, marinha mercante, da aviação civil, ferrovias, microscopia (análise de fibra de amianto).

8.6 Raios X

Radiografias de tórax são úteis para condições, por exemplo, tuberculose, pulmão de fazendeiro e pneumoconiose. Eles também são rotineiramente realizados em trabalhadores expostos ao amianto a cada dois anos.

Raios x de tórax para pneumoconiose são classificados segundo o sistema de classificação da OIT internacional e comparados com um conjunto padrão de filmes. Outras radiografias que podem ser usadas incluem Acro-osteólise (VCM) e Divers.

8.7 Exames neurológicos

Função mental – QI, destreza, vigilância

Transmissão nervosa – Eletromiografia (transmissão neuromuscular) e velocidade de condução nervosa (testes regulares podem prevenir neuropatias periféricas através da detecção precoce de alterações).

Testes de escrita (detecta tremores iniciais) – trabalhadores de mercúrio.

8.8 Audiometria

É registrada a menor intensidade na qual um determinado tom puro pode ser ouvido. Os valores são expressos em relação a um conjunto padrão de valores limite para os jovens normais em frequências específicas (esses padrões são definidos em 0 dB).

8.9 Testes de função pulmonar

8.9.1 volume pulmonar e volume expiratório forçado (FEV1)

Capacidade Vital Forçada (CVF) e Volume Expiratório Forçado em 1 segundo (FEV1) são medidos com um espirômetro (por exemplo, um Vitalograph), e são então comparados com os valores previstos. Valores previstos dependem de altura, peso, sexo, idade, fumo e grupo étnico. O sujeito sopra no aparelho cinco vezes e uma média das duas ou três maiores leituras é aceita como correta.

8.9.2 Resistência das vias aéreas

Fluxo expiratório de pico – Este é medido com um medidor de fluxo de pico. Ele é usado para monitorar as mudanças potenciais causadas por alérgenos respiratórios e para o diagnóstico de asma e sua resposta ao tratamento. Leituras de série são por vezes tomadas a cada duas horas

9 ABORDAGENS GERAIS PARA O CONTROLE DOS RISCOS À SAÚDE

As várias etapas realizadas para prevenir ou controlar a liberação de contaminantes no ar, ou propagação de alguns agentes físicos no ambiente de trabalho são descritas e uma variedade de exemplos são fornecidos. Estas etapas são geralmente denominadas como medidas de controle e incluem combinações de engenharia mecânica e sistemas operacionais/de procedimentos com o objetivo de prevenir ou minimizar exposições.

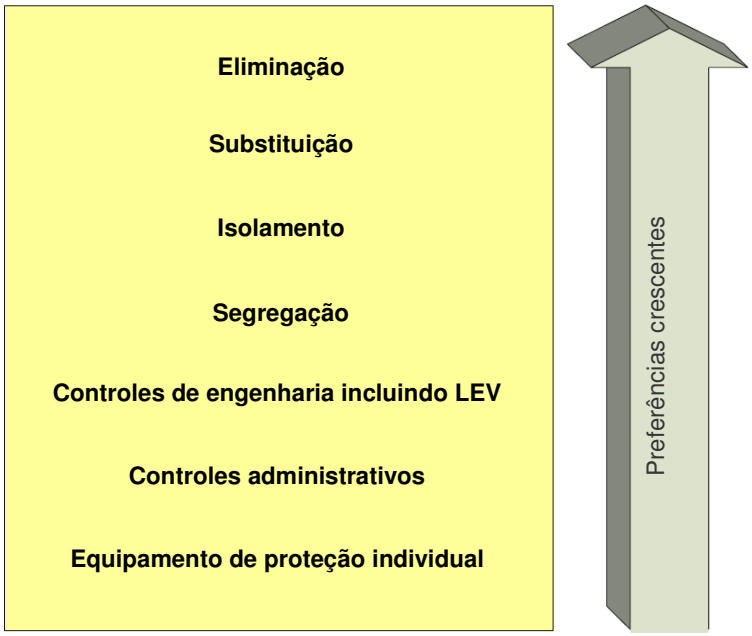
Controle efetivo é provavelmente o tópico mais importante que afeta a saúde no trabalho e diminui muitos dos esforços legislativos para abordar a proteção à saúde no trabalho.

Se uma avaliação/pesquisa de higiene ocupacional identifica um risco para a saúde, medidas de controle adicionais/melhoradas precisam ser consideradas e implementadas.

9.1 Tipos de medidas de controle

A prevenção da exposição é o principal objetivo de qualquer estratégia de controle, particularmente ao manusear agentes perigosos, capazes de produzir efeitos graves e irreversíveis para a saúde; tais como carcinógenos e radiação ionizante. Em outros casos, efeitos perigosos, praticabilidade, economia, etc., podem não exigir que todas as exposições sejam evitadas – minimização da exposição pode ser considerada suficiente.

Uma abordagem hierárquica combinando variedades de controle de engenharia e operacional/de procedimento é universalmente aceita, e é apresentada abaixo em ordem decrescente de importância. Na maioria dos casos, estratégias de controle efetivo utilizarão combinações de diversas, se não todas, as medidas listadas.



Fonte: Adrian Hirst

9.1.1 Eliminação/substituição

A forma mais eficaz de controle de prevenção é simplesmente eliminar o uso do agente perigoso, ou o processo real em que ele é usado. Isto claramente nem sempre é praticável, mas muito comumente agentes perigosos ou processos podem ser substituídos por processos relativamente inócuos, por exemplo,

- Benzeno substituído por tolueno.
- Tetracloreto de carbono substituído por metil clorofórmio.
- Talco substituído por giz.
- Jateamento de areia substituído por aço granalhagem.
- Técnicas de manejo seco substituído por técnicas de comportamento em piso molhado, ou seja, a supressão da emissão de poeira (por exemplo, a remoção do amianto em atraso).

9.1.2 Isolamento

Sempre que possível processos ou operações, que envolvem algum risco para a saúde, devem ser completamente fechados, com o(s) operador(es) fora do recinto.

9.1.3 Segregação

Processos ou operações perigosos etc., podem ser separados dos de menor risco, colocando-os, por exemplo, na extremidade de um workshop, em sala

separada, ou em um prédio separado, minimizando assim o número de trabalhadores em risco.

9.1.4 Controles de Engenharia – Ventilação

Processos capazes de produzir exposições a apenas substâncias perigosas são comumente controlados pelo fornecimento de métodos de tratamento mecânico de ar, de qualquer um dos dois tipos abaixo ou uma combinação de ambos.

Ventilação de exaustão local (LEV)

Ventilação de Exaustão Local (LEV) – aplicação de técnicas mecânicas de manipulação de ar pelas quais potenciais contaminantes do ar são capturados perto da fonte de emissão, extraídos, e descarregados em um cofre ou submetidos a alguma forma de técnica de "limpeza do ar". É particularmente valiosa para situações que envolvem um lançamento fonte pontual de contaminantes tóxicos.

Ventilação geral / diluição

Ventilação de diluição – esta é muito utilizada na indústria para a ventilação de salas de controle, laboratórios fotográficos, espaços de escritório, refeitório e salas de impressão. Normalmente não é adequada para o controle de névoa de poeira, da fumaça ou de substâncias de moderada a alta toxicidade, ou em situações onde a taxa de geração de contaminação é não-uniforme ou alta.

Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (HVAC) também podem ser usados em uma variedade de maneiras para controlar os perigos associados ao ambiente térmico.

9.1.5 Controles Administrativos

Controles administrativos referem-se a como a interação entre o pessoal e o processo/operação é organizada. Grande cuidado é necessário para assegurar que os procedimentos, uma vez adotados, sejam observados, particularmente no longo prazo, como atalhos e não-observância podem se tornar “prática comum” ao longo do tempo, e uma vez estabelecidos podem ser difíceis de superar.

Às vezes, a operação perigosa pode ser realizada durante a noite ou turno da noite, quando menos trabalhadores estão presentes para serem expostos. Rotação de trabalho é outro método de “proteger” o pessoal, por meio de controle dos padrões de trabalho.

O trabalhador muitas vezes pode influenciar o grau em que está exposto aos contaminantes do ar, por exemplo, para soldagem, através de postura e / ou trabalhar contra o vento da solda.

Organização

Boa organização é particularmente importante em processos e laboratórios onde os materiais perigosos podem ser manipulados. Rotulagem clara, com recomendações relevantes de saúde e segurança, armazenamento cuidadoso e adequado e boas técnicas de trabalho, todos precisam ser abordados.

Manipulação de pós é uma operação potencialmente perigosa e boa gestão pode ajudar a minimizar a contaminação por materiais derramados, resíduos (off-cuts) etc.

Um local de trabalho desordenado ou não-cuidado pode também dificultar ou impedir o acesso aos controles do sistema essenciais, tais como chaves LEV liga / desliga, o que poderia desencorajar a sua utilização adequada. Ele também pode tornar difícil para os trabalhadores se posicionarem corretamente em relação à tarefa, assim, potencialmente arriscando exposições maiores, e talvez até mesmo levando a problemas associados com a ergonomia ruim.

Programações de manutenção preventiva adequadas e inspeção/detecção regulares de vazamento de planta de processo; mais manutenção frequente, inspeção e testes de controles de engenharia, tais como instalações LEV, juntamente com rápidas ações corretivas quando necessário, são essenciais para que o controle efetivo seja alcançado e mantido.

Fatores pessoais são partes essenciais de todas as estratégias de controle e estão associados com os aspectos de "gerenciamento" da perspectiva de como o empregador gerencia seus funcionários, e como os funcionários "gerenciam" a si mesmos.

9.1.6 Informação, Instrução e Treinamento

A educação dos trabalhadores sobre eventuais riscos à saúde no local de trabalho e a importância de utilizar corretamente todas as medidas de controle previstas, adotando procedimentos operacionais recomendados e usando proteção pessoal, se necessário, é necessária a fim de minimizar o(s) risco(s) para a saúde. Cursos de iniciação, as comissões regulares de saúde, publicidade e segurança e gerenciamento de linha positiva podem desempenhar papéis importantes na educação.

O treinamento de funcionários sobre o uso das medidas de controle adequadas, práticas operacionais etc., e os fatores envolvidos na correta seleção, uso e manutenção de equipamentos de proteção individual (EPI).

Relatórios de falhas encorajando a pronta comunicação, por meio dos canais apropriados, de todos os problemas encontrados com o processo, equipamentos, controles ou EPI.

Boas Práticas de Higiene – estas se relacionam com os passos que os trabalhadores devem tomar para proteger sua própria saúde, e incluem os seguintes procedimentos de descontaminação estabelecidos, onde aplicável: lavagem regular de roupas, uso de métodos/instalações aprovados; boa higiene pessoal – lavagem frequente / banho especialmente antes dos intervalos para refeições, e nunca comer, beber ou fumar dentro de áreas de processo designadas.

9.1.7 Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

EPIs são normalmente considerados como o último recurso e só se aplicam quando as medidas anteriores são insuficientes ou não-razoavelmente possíveis para alcançar uma situação de trabalho satisfatória. Consideração cuidadosa deve ser dada à escolha do dispositivo EPI. É importante que a proteção seja eficaz e confortável; a maioria dos equipamentos de proteção individual não é confortável para uso prolongado. A manutenção regular é vital para muitos tipos de EPI, se a proteção eficaz tiver que ser obtida. Programas de gestão de EPIs precisam ser adotados, sempre que a opção de usar EPI for considerada necessária, e suporte muito proativo contínuo para o programa será necessário.

10 VENTILAÇÃO

As características importantes dos sistemas de ventilação são descritas, juntamente com os princípios gerais relacionados com o seu design.

10.1 Tipos de Controle

Ventilação de Exaustão Local (LEV) é um dos meios mais eficazes disponíveis para evitar que materiais perigosos entrem na atmosfera do local de trabalho. Ela leva poluentes para longe por um processo ou operação que provavelmente libera uma substância perigosa no local de trabalho. No entanto, existem muitos casos em que a LEV não é eficaz e isso pode acontecer como resultado de um projeto deficiente ou falta de compreensão do seu uso adequado. A LEV remove os contaminantes na fonte.

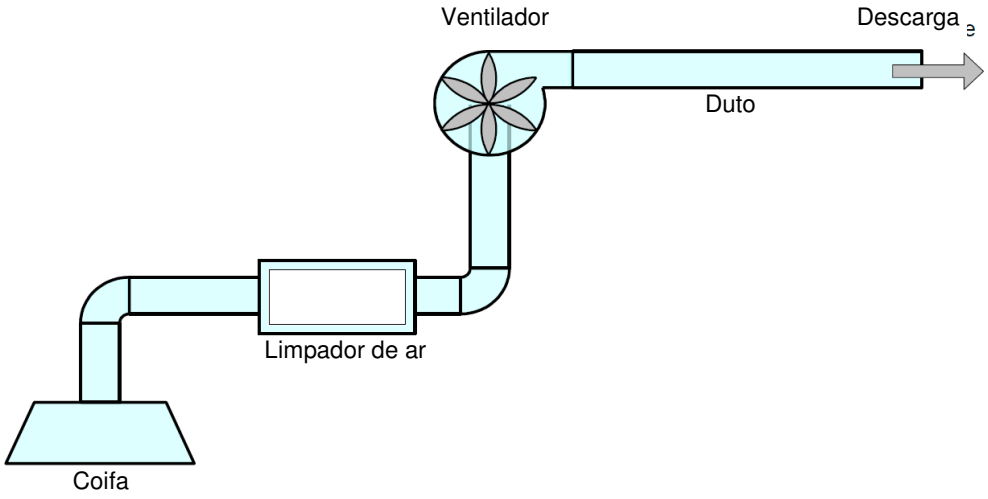
Ventilação de Diluição reduz a concentração de contaminação de base pela adição de ar fresco e não-contaminado. No entanto, há pouca ou nenhuma remoção ou redução do contaminante na fonte.

10.2 Características Gerais de um Sistema de LEV

Os componentes fundamentais que são comuns a todos os sistemas LEV são:

- Entrada como uma cabine, coifa, slot ou gabinete.
- Duto que pode conter curvas, cruzamentos, mudanças de seção e amortecedores, que podem ser circulares ou retangulares em seção transversal e ser rígidos ou flexíveis.
- Um dispositivo de purificação do ar, como um filtro de poeira, lavador de gases ou outro dispositivo de recuperação de solventes.
- Um ventilador ou aparelho de movimento de ar.
- Duto de descarga para a atmosfera ou um quarto através de uma pilha, difusor, grade ou apenas um duto aberto.

Um diagrama dos componentes de um sistema de LEV é mostrado abaixo.



Fonte: Adrian Hirst

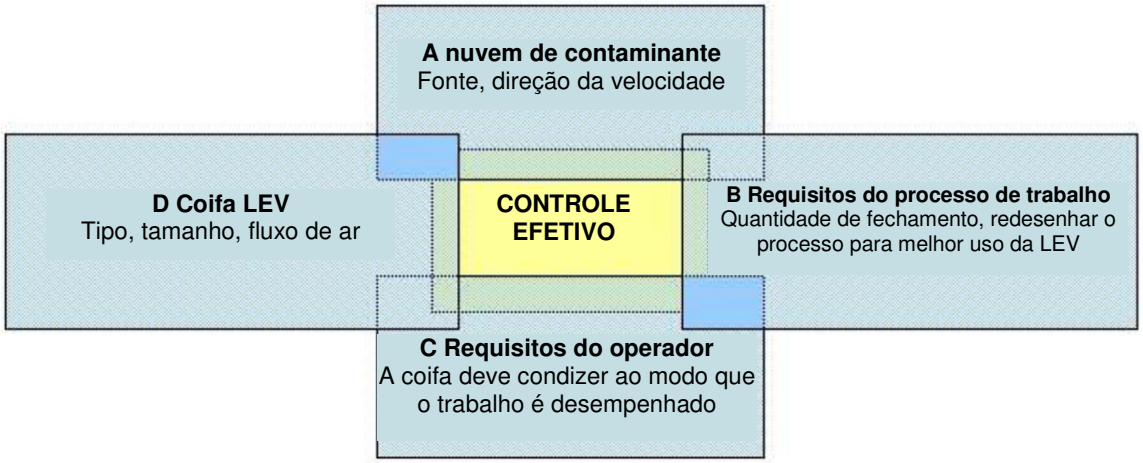
Figura 10.1 – Características gerais de um sistema de LEV

10.2.1 Considerações gerais

LEV pode ser um sistema simples que serve uma única máquina ou ser complexo e servir uma fábrica inteira. Para que um sistema LEV seja eficaz, todos os componentes devem funcionar corretamente; uma coifa de coleta bem desenhada e posicionada corretamente será inútil se o ventilador não puder fornecer o fluxo de ar correto. Um sistema de LEV remove o ar do local de trabalho e, portanto, deve haver um meio de garantir uma oferta suficiente de ar para compensar isso. Em grandes sistemas LEV isso pode significar que grelhas ou ventilações de ar devem ser instaladas em portas ou paredes e um ventilador da fonte pode precisar ser instalado. Deve-se lembrar de que o custo de aquecimento de ar pode ser substancial, portanto, má concepção pode levar a custos de energia desnecessários e pode valer a pena instalar um sistema de recuperação de calor.

É essencial que qualquer sistema LEV seja projetado para o processo que se destina a controlar. O diagrama abaixo mostra os fatores interdependentes que levam a um controle eficaz. É importante que a natureza do contaminante a ser controlado seja totalmente compreendida. Gases liberados sob condições ambiente irão se comportar de maneira muito diferente de partículas de poeira que são lançadas com uma alta velocidade. Isso afeta o desenho do sistema de captação, bem como qualquer sistema de limpeza que é incorporado.

É essencial considerar as exigências do processo de trabalho bem como os requisitos do operador. Inevitavelmente algum comprometimento ocorre para o operador e para o processo; no entanto, se este comprometimento for muito grande, a LEV não poderá ser empregada após a sua instalação.

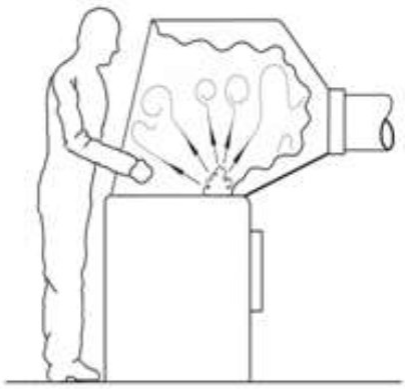

A nuvem de contaminante
Fonte, direção da velocidade
D Coifa LEV
Tipo, tamanho, fluxo de ar
CONTROLE EFETIVO
B Requisitos do processo de trabalho
Quantidade de fechamento, redesenhar o processo para melhor uso da LEV
C Requisitos do operador
A coifa deve condizer ao modo que o trabalho é desempenhado

Fonte: adaptado de Hirst Adrian HSE Publicação – HSG 258

10.2.2 Entradas/coifas

O desenho da entrada LEV é um dos fatores mais importantes para alcançar o controle eficaz. Exaustores podem ser classificados em três tipos:

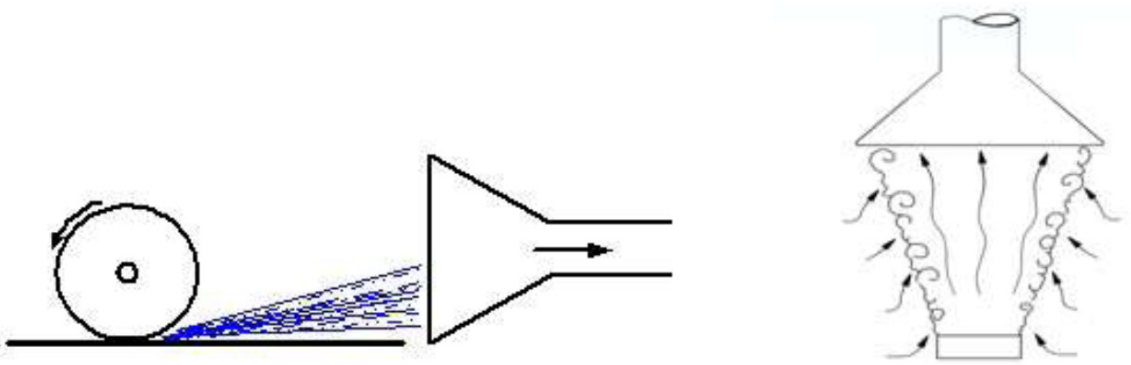
Uma **coifa de fechamento** geralmente é a mais eficaz na captura de um contaminante, uma vez que contém e separa o contaminante do trabalhador. Este é o tipo que você pode encontrar em um armário do laboratório de fumos (fechamento parcial) ou uma unidade de jateamento (gabinete inteiro).



Fonte: HSE

Figura 10.2 – Coifa de fechamento

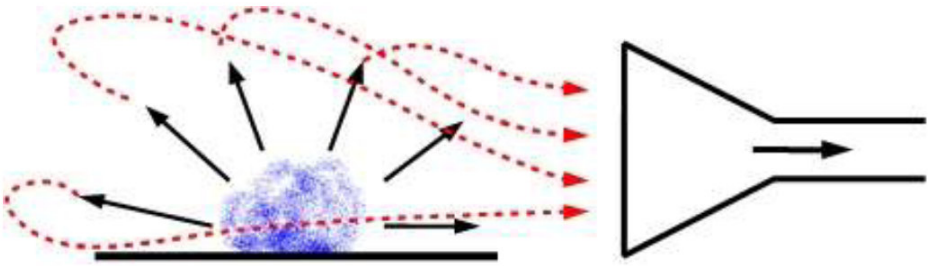
Uma **coifa receptora** se aproveita de qualquer flutuação natural ou da velocidade que os contaminantes usam para se mover em direção à coifa. Embora este tipo de coifa tenha interferência mínima com o operador e processo, ela pode tender a efeitos de outros fluxos de ar na área.



Fonte: HSE

Figura 10.3 – Coifa receptora

Coifa de captura é o tipo mais comum encontrado e é aquele no qual o contaminante é gerado fora da coifa. A coifa tem, portanto, que gerar fluxo de ar suficiente para "capturar" e atrair o contaminante. Isto significa que a velocidade do ar e a proximidade da coifa à fonte de contaminação são cruciais, por exemplo, extração de soldagem.



Fonte: HSE

Figura 10.4 – Coifa de captura

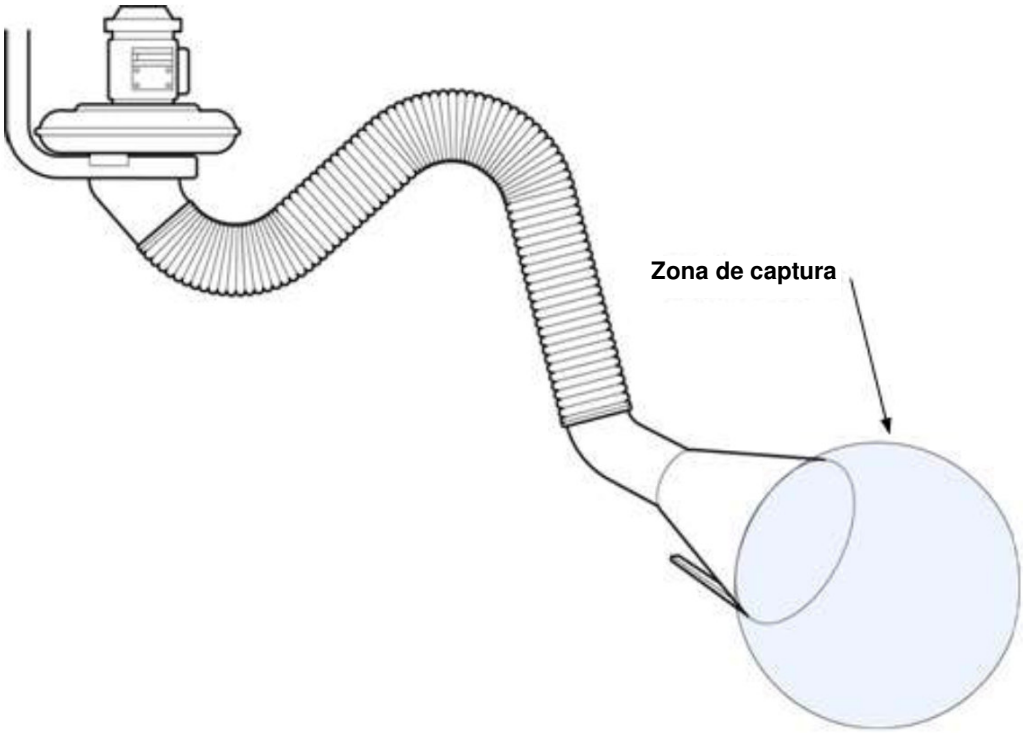
O projeto preciso de cada um desses sistemas tem de ser adaptado para o processo que controla. A tabela abaixo mostra alguns exemplos comuns de processos industriais, juntamente com os tipos de LEV, que podem ser instalados para controlar exposições tendo em conta o tipo de substância perigosa que está presente e a forma em que ela é liberada.

Tipos de LEV utilizadas para vários processos

Processo industrial	Natureza da substância perigosa	Tipos de LEV
Soldagem	Fumo de sondagem fino particulado com flutuabilidade natural	Coifa de captura posicionada próxima à atividade de soldagem; ou extração da ponta fixada à extremidade da soldadeira
Pintura spray	Névoa e vapores de solventes liberados em direção controlada com velocidade	Cabine de pintura spray Cabine de fluxo descendente
Polimento	Poeira de metal e polimento liberada em direção controlada com alta velocidade	Coifa receptora e de fechamento em torno da roda de polimento
Jateamento	Poeira de jateamento e metal dos componentes liberados em alta velocidade em direção variável	Gabinete tipo caixa totalmente fechado com fluxo de ar gerenciado para compensar a entrada de ar comprimido e sistema de reciclagem fechado
Jateador orbital manual	Pó de madeira liberado em diversas direções	Extração integrada no disco de jateamento
Forno de cura de tinta	Vapores de ar quente e cura com forte flutuação térmica	Extração/ventilação da parte superior do forno combinada com uma coifa receptora sobre a porta
Análise laboratorial	Vapores de ácidos e solventes com baixa velocidade e pouca direção	Fechamento parcial e extração dentro de um exaustor

Fonte: HSE

As entradas para os sistemas LEV só podem exercer um controle eficaz próximo à entrada propriamente dita. Por exemplo, uma coifa com uma abertura circular de 0,3 metros de diâmetro com uma velocidade nominal de 5 metros por segundo só vai capturar contaminante liberado dentro de 0,3 metros da abertura. A velocidade com uma distância de um diâmetro (ou seja, 0,3 m) a partir da abertura cai para aproximadamente 10% da velocidade na abertura (0,5 m/s). Fora desta zona de captura, as influências externas móveis, tais como máquinas ou pessoal, podem superar o efeito de captura de entrada. Isto é ilustrado no verso.



Fonte: HSE

Figura 10.5 – Zona de captura ou bolha de captura em uma coifa de soldagem

Algumas considerações importantes sobre a fonte de contaminação que podem precisar ser feitas durante a concepção e construção de entradas de captação incluem:

- O tamanho, forma e posição da fonte.
- A natureza física do contaminante.
- A velocidade e a direção da fonte.
- A taxa de geração do contaminante.
- A natureza da operação.
- As posições e os movimentos da planta e de pessoal.
- Qualquer movimento do ar local.

10.2.3 Dutos

O duto transporta o ar extraído e o contaminante da entrada para o dispositivo de limpeza do ar. No caso das partículas, a velocidade do ar dentro do duto deve ser suficientemente elevada para garantir que as partículas permaneçam suspensas no ar. Velocidades de transporte (duto) para vários contaminantes são fornecidas abaixo.

Tipo de contaminante	Velocidade do duto (m s-1)
Gases (não-condensantes)	Sem limite mínimo
Vapores, fumaça, fumo	10
Poeiras de baixa/média densidade (e.g. serragem, pó de plástico)	15
Poeiras industriais médias (por exemplo, pó de desgaste, aparas de madeira, amianto, sílica)	20
Poeiras pesadas, (por exemplo, chumbo, torneamento e poeiras que são úmidas ou que tendem a se aglomerar)	25

Os dutos devem ser suficientemente fortes, bem apoiados e capazes de suportar o desgaste normal. O número de mudanças de direções deve ser mantido a um mínimo e, quando necessário, devem ser feitas sem problemas. Acesso aos dutos pode ser necessário para facilitar a inspeção, limpeza e manutenção.

10.2.4 Purificador de ar

Existem três tipos básicos de dispositivos de limpeza de ar.

Filtros de ar

Estes são usados principalmente para a limpeza do ar em sistemas de ventilação e ar condicionado e são projetados para lidar com volumes grandes de ar com baixa resistência ao fluxo de ar. Filtros de coleta de partículas de alta resistência e eficiência (HEPA) são usados para aplicações ultralimpas e onde poeiras particularmente perigosas são encontradas (amianto, por exemplo).

Coletores de poeira particulada e de fumos

Estes são projetados para extrair grandes quantidades de partículas do fluxo de ar em concentrações de entrada muito maiores do que podem ser tratadas por filtros de ar. Estes coletores incluem ciclones, filtros de mangas, coletores úmidos e precipitadores eletrostáticos. Estes são os aparelhos de limpeza de ar mais comuns associados com sistemas LEV.

Dispositivos para remover névoas, gases e vapores

Névoas, gases e vapores podem ser removidos de uma corrente de ar por uma variedade de meios que envolvam a absorção química, combustão e condensação.

Outros pontos a serem considerados:

- materiais gordurosos ou cera podem entupir filtros.
- abrasividade das partículas.
- inflamabilidade e potencial de explosão.
- Corrosão e capacidade oxidante.
- Gases e vapores não serão removidos por filtros de partículas.
- Materiais de alta temperatura.

10.2.5 Movimentadores de ar

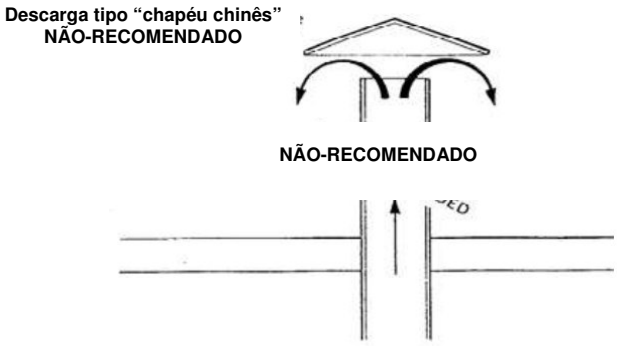
Existem muitos tipos e tamanhos de ventiladores, que geralmente podem ser agrupados em duas categorias principais – fluxo centrífugo e axial.

Em um ventilador centrífugo o ar é atraído para o centro do rotor, captado pelas lâminas rotativas e lançado em alta velocidade na caixa do ventilador. A caixa é projetada para coletar o ar e guiá-lo para a abertura de descarga tangencial. Eles podem fornecer fluxos de ar requeridos contra resistência considerável. Eles são usados em todos, menos no mais simples dos sistemas de LEV.

Ventiladores axiais têm um invólucro cilíndrico e são instalados em linha com os dutos. O ar passa ao longo do duto e é acelerado pelas lâminas rotativas. Ventiladores axiais podem superar apenas baixas resistências ao fluxo.

10.2.6 Descarga na atmosfera

Dutos adicionais podem precisar ser instalados a jusante do motor de ar para assegurar que qualquer descarga não entre novamente no edifício. Pilhas de descarga podem precisar ser estendidas acima do nível do telhado e atenção especial deve ser dada ao projeto do terminal de descarga. Terminal do tipo “chapéu chinês” nunca deve ser usado, pois desvia o ar descarregado para baixo para possível reentrada no prédio, e tem uma resistência ao fluxo muito alta.



Fonte: BP International

Figura 10.6 – Descarga para a atmosfera

10.3 Manutenção, inspeção e testes dos sistemas de ventilação

Ventilação de exaustão local (LEV) é um dos meios mais eficazes disponíveis para impedir que materiais perigosos entrem na atmosfera do local de trabalho. No entanto, para funcionar corretamente ele deve estar em boas condições de funcionamento. As características gerais associadas à manutenção, inspeção e testes de sistemas LEV são delineadas.

10.3.1 Requisitos legais

Em alguns países há uma exigência legal de que as medidas de controle sejam mantidas em um estado eficiente, em ordem de funcionamento eficiente e em bom estado. Por exemplo, no Reino Unido, as normas COSHH exigem que o LEV seja examinado e testado pelo menos uma vez a cada 14 meses, e que registros adequados sejam mantidos por pelo menos 5 anos. Há também um requisito para a realização de exames visuais semanais

10.3.2 Manutenção regular

A manutenção deve incluir:

- inspeção regular da planta, incluindo uma verificação semanal para sinais de dano em potencial, desgaste ou avaria.
- Acompanhamento dos indicadores de desempenho, por exemplo, velocidades do ar, pressão estática, consumo de energia elétrica.
- Substituição regular de componentes que se sabe ter uma vida útil limitada.

- Reparo imediato ou substituição de componentes que se descobre estarem desgastados ou danificados.

A forma de fiscalização vai depender do tipo e complexidade da fábrica. Uma verificação visual, pelo menos a cada semana, é essencial para identificar eventuais falhas óbvias. Isto inclui a verificação de:

- Posicionamento incorreto de coifas.

- Desgaste e sinais de avarias ou danos às coifas, dutos e coletores de pó.

- Outros sinais externos de avaria ou dano.

A verificação também deve incluir o acompanhamento dos dispositivos de monitoramento permanente instalados. Um simples registro deve ser mantido de inspeções semanais em conjunto com uma nota escrita de falhas identificadas e as medidas tomadas para corrigi-las.

10.3.3 Análise abrangente e testes

Esta é uma auditoria periódica do sistema de LEV e seu desempenho e, normalmente, compreende:

- O exame completo externo e, onde apropriado, interno de todas as partes do sistema.

- Uma avaliação de controle, por exemplo, o uso de lâmpadas de pó, de monitoração do ar de posição fixa e / ou testes de fumo.

- Medição do desempenho da planta, por exemplo, medição de pressão estática por trás de cada coifa ou invólucro, velocidade do ar na face do gabinete ou ponto de emissão, queda de pressão através de filtros, medição da velocidade do ar no duto e/ou de consumo de energia.

- Se o ar é circulado, uma avaliação do desempenho e a integridade do filtro de ar ou filtro.

Alguns sistemas LEV retornam ar filtrado ao local de trabalho e, portanto, estes sistemas devem receber um determinado padrão elevado de manutenção etc.

11 AMIANTO

11.1 Histórico

O amianto é talvez a substância perigosa mais amplamente discutida. Em 1898 o relatório dos inspetores chefe da fábrica no Reino Unido falava sobre os “efeitos demoníacos do pó de amianto” e detalhava um exame microscópico do amianto revelando a natureza “afiada, similar ao vidro, pontiaguda das partículas” e descobriu-se que os “efeitos são prejudiciais”.

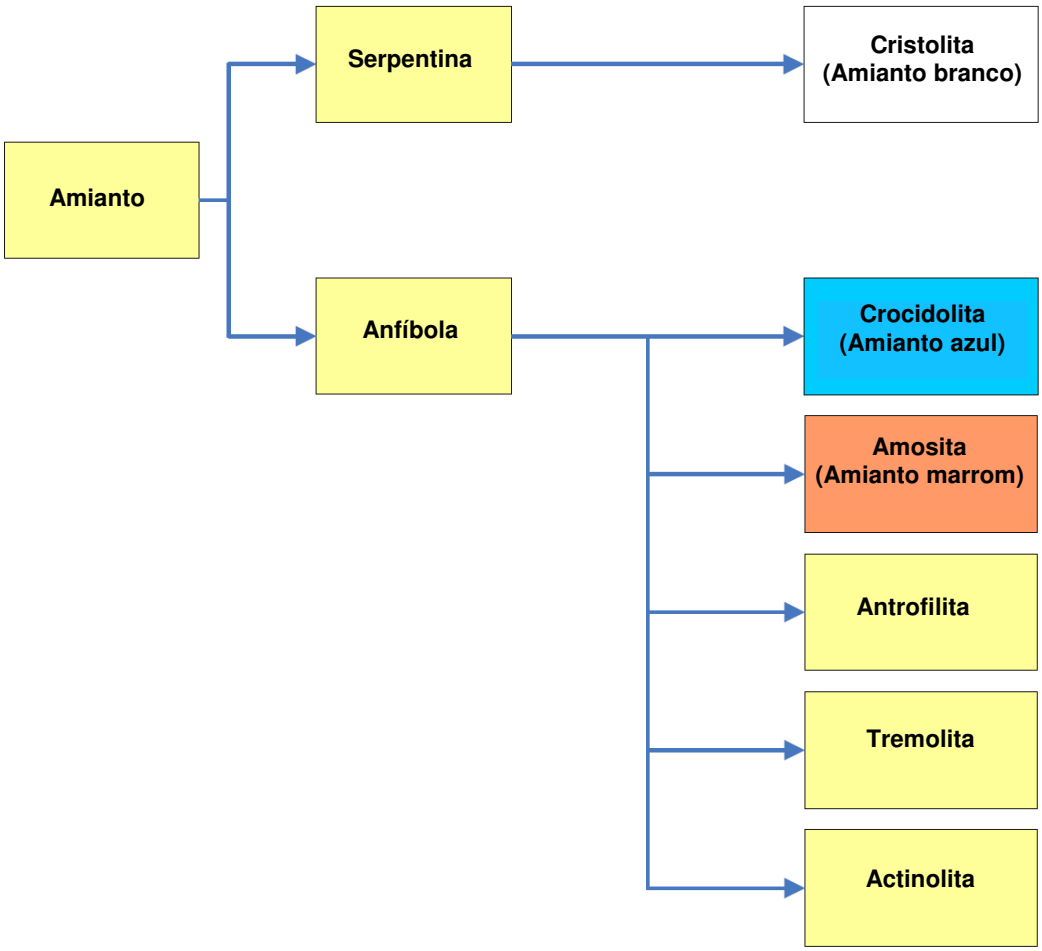
Fonte: Wikimedia commons – United States Geological Survey

Figure 11.1 – Eletromiografia das fibras do amianto (antofilita)

11.1.1 Tipos de amianto

O nome amianto se refere a um grupo silicatos cristalinos, fibrosos que ocorrem naturalmente que são minerados principalmente na Rússia, China,

Canadá e África Austral. Todos os tipos de amianto ocorrem como cristais fibrosos longos, que se dividem longitudinalmente (isto é, ao longo do comprimento da fibra para formar fibras progressivamente mais finas). Os principais tipos de amiantos são exibidos abaixo:



Fonte: Adrian Hirst

Os dois grupos de fibras de amianto possuem estruturas cristalinas diferentes e formatos e propriedades correspondentemente diferentes. Quando vistas ao microscópio, as fibras da cristolita (amianto branco) parecem levemente enroladas, enquanto as fibras da Crocidolita (amianto azul) são retas e mais curtas. As fibras da Amosita (amianto marrom) são semelhantes às da Crocidolita, porém mais frágeis. Deve ser observado que a cor não é um meio confiável de identificar os tipos de amianto, especialmente quando este está incorporado a um produto.

11.1.2 Propriedades do amianto

As principais propriedades, que levaram ao amplo uso do amianto, incluem

combustibilidade, resistência mecânica, resistência química, isolamento térmico e baixo custo. Vários tipos de amiantos podem exibir essas propriedades em diferentes medidas, o que afeta seu uso.

11.1.3 Usos do amianto

As aplicações mais comuns do amianto provavelmente encontradas em instalações industriais são fornecidas abaixo, juntamente com o tipo e conteúdo aproximado de amianto.

Aplicações comuns do amianto em instalações industriais

Produto	Tipo de amianto	Conteúdo aproximado (%)
Materiais de cimento, por exemplo, folhas corrugadas, tanques de água, canos, componentes de construção pré-fabricados.	Crisotila (ocasionalmente incorporando Crocidolita ou Amosita)	10 – 20
Placa de isolamento resistente ao fogo.	Amosita (ocasionalmente incorporando crisotila ou crocidolita)	15 – 40
Isolamento térmico, revestimento, incluindo isolamento de tubo e vaso.	Amosita, crisotila e crocidolita	1 – 55
Revestimentos aplicados com spray, por exemplo, aplicados a vigas estruturais e tetos como proteção contra incêndios/e/ou isolamento acústico e térmico	Amosita, crisotila e crocidolita	60 – 90
Têxteis, por exemplo, luvas resistentes ao calor, cobertores contra fogo, roupas antichama e colchões de isolamento.	Crisotila (ocasionalmente Crocidolita)	85 – 100
Articulações e embalagens, por exemplo, juntas.	Crisotila (ocasionalmente Crocidolita)	25 – 85
Materiais de fricção, por exemplo, freios automotivos e revestimento de embreagem.	Crisotila	30 – 70
Piso cerâmico.	Crisotila	5 – 7
Enchimentos e reforços de feltros, papel cartão, papéis, selos, mástique, adesivos.	Crisotila (ocasionalmente Crocidolita para algumas aplicações)	1 – 10
Plásticos termo-ajustados reforçados e caixas de baterias.	Crisotila, crocidolita e amosita	5 – 20

11.1.4 Fibras de amianto no ar

A estrutura física do amianto permite que ele se divida em pequenas fibras, que são capazes de permanecer em suspensão no ar por longos períodos. Estas fibras podem ser inaladas e algumas podem penetrar e ser depositadas nos pulmões.

Uma fibra “contável” é definida como uma partícula com um comprimento: largura de relação maior que 3:1, sendo menos de 3 mícron de diâmetro e maior que 5 mícron de comprimento.

11.1.5 Exposição a fibras de amianto

Fibras de amianto (pó de amianto) podem ser emitidas para o ambiente de trabalho durante a fabricação, uso, usinagem (perfuração, corte etc.), remoção e eliminação de materiais que contenham amianto ou produtos, e devido à deterioração na condição de materiais contendo amianto no local. Trabalhadores da manutenção de edifícios (encanadores, eletricistas, etc.) são considerados particularmente em risco como consequência do uso extensivo de amianto em edifícios mais antigos. A eventual remoção do estoque remanescente de amianto de edifícios será um grande desafio. Exemplos de algumas exposições típicas são os seguintes:

Atividade	**f/ml**
Remoção a seco de revestimento	Até 100
Perfuração de placa de isolamento de amianto	Até 10
Serragem manual de placas de isolamento de amianto	Até 10
Perfuração de cimento de amianto	Até 1
Serrar manual de cimento de amianto	Até 1
Uso de serra circular	Até 20

11.2 Riscos à saúde do amianto

A inalação de fibras de amianto respiráveis pode dar origem a uma série de doenças graves.

Asbestose: A exposição prolongada às fibras de amianto no ar em níveis acima dos padrões de higiene pode levar a espessamento local do revestimento do tórax (placas pleurais) e formação de tecido fibrótico (cicatriz) no pulmão profundo, resultando na progressiva redução da elasticidade do

tecido pulmonar, comprometimento da função respiratória, e expectativa de vida reduzida

Câncer de brônquios e pulmão: trabalhadores de amianto demonstraram sofrer um risco aumentado de câncer dos brônquios e pulmão. O tabagismo também pode causar esses tipos de câncer e tem sido demonstrado que os fumantes de cigarros expostos às fibras de amianto no ar têm um risco significativamente maior de desenvolver câncer do que não-fumantes similarmente expostos (um efeito sinérgico).

Mesotelioma: A exposição ao amianto, particularmente crocidolita e amosita, pode resultar no desenvolvimento de mesotelioma, um câncer raro e geralmente incurável da pleura (o revestimento da parede torácica e do pulmão) ou, mais raramente, o peritônio (revestimento da cavidade abdominal). Mesotelioma pode se desenvolver 20 ou mais anos após um breve período de exposição.

11.3 Registro de amianto

11.3.1 Função do registro de amianto

A função do registro de amianto é registrar o uso / presença de todo o amianto e materiais que contenham amianto nos locais de trabalho. Em áreas onde o amianto tem sido amplamente utilizado no passado, pode ser necessário desenvolver o registro durante um período de tempo. Nesse ínterim, pode ser aconselhável assumir que certos materiais de isolamento e construção contêm amianto e, até que sua identidade seja estabelecida, as precauções apropriadas tomadas. Dados cadastrais podem ser usados para:

- registrar a localização de todos os materiais de amianto no local.
- garantir que as condições de materiais que contenham amianto sejam frequentemente inspecionadas e qualquer ação corretiva necessária seja instigada.
- assegurar que qualquer trabalho com amianto ou materiais que contenham amianto seja realizado de uma maneira aprovada.
- minimizar a aquisição e utilização de materiais ou equipamentos, que podem conter amianto.

11.4 Tratamento curativo dos materiais que contêm amianto

11.4.1 Remoção de amianto

Materiais que contenham amianto devem ser removidos se forem:

- danificados e friáveis, ou seja, em uma condição facilmente desintegrada, tendo assim um potencial de liberação de fibras no ar
- esperada a deteriorar-se no futuro.
- se for provável que eles vão ser movimentados durante a manutenção, construção ou demolição.

Trabalhos de remoção de amianto devem ser efetuados apenas por pessoal que tenha sido treinado nas medidas de controle correto para minimizar tanto a exposição de seus e os de qualquer outra pessoa que possa estar nas imediações da obra. Orientações detalhadas sobre métodos adequados que podem ser usados para controlar as exposições estão disponíveis – por exemplo, junto à HSE no Reino Unido.

11.4.2 Reparo/encapsulamento de amianto

Materiais de amianto que estão ligeiramente danificados ou impossíveis de remover, em decorrência da função do material ou sua localização, podem ser encapsulados para impedir a libertação de fibras de amianto. Isto pode ser feito de várias maneiras, dependendo da extensão do dano e do tipo e função do material que contém amianto. Métodos adequados incluem:

- Revestir a superfície externa com, por exemplo, lona ou alumínio.

- Vedação com um encapsulante que sela as fibras juntas. Vários produtos estão disponíveis, alguns desses formam uma membrana ao redor da superfície externa do material e outros penetram no material para ligar as fibras em uma matriz.

12 Riscos biológicos

12.1 Introdução a riscos biológicos

Uma diferença fundamental entre os riscos químicos e biológicos é que os agentes biológicos, sejam bactérias, vírus ou fungos têm a capacidade de se reproduzir rapidamente nas condições adequadas. Isto significa que o foco no controle não é apenas evitar o contato com o agente, mas também garantir que as condições favoráveis para o crescimento do organismo sejam evitadas.

As três principais categorias de agentes biológicos das quais vamos cobrir exemplos são bactérias, vírus e fungos.

- Bactérias – organismos microscópicos unicelulares que vivem no solo, água e ar. Há muitos milhares de tipos diferentes de bactérias – muitos são inofensivos, ou até mesmo benéficos, mas algumas bactérias são patogênicas – isto é, causam doenças. Exemplos de doenças causadas por bactérias incluem doença dos legionários, vários tipos de intoxicação alimentar (salmonela, por exemplo) e antraz. Os antibióticos são usados para tratar infecções bacterianas.
- Vírus – minúsculos organismos parasitas que só podem se reproduzir dentro de células vivas. Eles consistem de ácidos nucléicos (RNA ou DNA) com um revestimento de proteína. Os maiores vírus conhecidos são aproximadamente 1000 vezes menores do que uma bactéria média. Os vírus causam muitas doenças, incluindo o resfriado comum, gripe, sarampo, raiva, hepatite e AIDS. Os antibióticos são ineficazes contra os vírus, mas muitas doenças virais são controladas por vacinas.
- Fungos – plantas simples sem clorofila e estruturas da planta normal (por exemplo, as folhas, caules, etc.). Fungos incluem leveduras, mofos e cogumelos.

A resposta de cada indivíduo à exposição a micro-organismos depende de seu estado de imunidade, ou seja, o poder do indivíduo para resistir à doença. Há muitos fatores envolvidos na imunidade, incluindo:

- se o indivíduo já passou por uma determinada doença
- níveis de imunização
- resistência individual
- fadiga
- idade

Para simplificar a forma como os riscos de diferentes organismos devem ser gerenciados, eles são classificados em diferentes grupos de risco. Medidas de controle exigidas deverão ser compatíveis com o grupo de risco:

- **Grupo de risco 1** – (baixo risco individual e à comunidade). Um organismo que é pouco provável de causar doença humana ou animal.

- **Grupo de risco 2** – (risco individual moderado, risco limitado à comunidade). Um agente patogênico que pode causar doença humana ou animal e que pode ser um perigo para os trabalhadores de laboratório, mas é improvável que se espalhe para a comunidade, gado ou o ambiente. Exposições laboratoriais podem causar infecção grave, mas o tratamento eficaz e medidas preventivas estão disponíveis e os riscos de propagação são limitados.

- **Grupo de risco 3** – (elevado risco individual, risco reduzido para a comunidade). Um agente patogênico que pode causar doenças graves no homem, mas normalmente não se espalha de um indivíduo para outro.

- **Grupo de risco 4 –** (risco individual e à comunidade elevado). Um patógeno que geralmente produz doença humana ou animal grave e pode ser facilmente transmitido de um indivíduo para outro, direta ou indiretamente.

Existem também quatro níveis de Biossegurança que estabelecem as precauções de contenção que precisam ser usadas para controlar os riscos biológicos diferentes. Os níveis da faixa de contenção a partir do nível mais baixo de biossegurança 1 para o mais alto no nível 4.

- **Nível de biossegurança 1** – Pouca contenção ou segregação da instalação, mas com precauções, tais como separação e rotulagem dos resíduos.

- **Nível de biossegurança 2** – O pessoal tem formação específica na manipulação de agentes patogênicos, o acesso ao laboratório é limitado quando o trabalho está sendo realizado, precauções extremas são tomadas com itens cortantes contaminados, e certos procedimentos em que aerossóis infecciosos ou respingos podem ser criados são realizados em câmaras de segurança biológica.

- **Nível de biossegurança 3** – Todos os procedimentos envolvendo a manipulação de materiais infecciosos são realizados dentro de cabines de segurança biológica ou outros dispositivos de contenção física, ou por pessoal vestindo roupas de proteção individual e equipamentos

adequados. O laboratório tem características especiais de engenharia e design, tais como zonas de porta de acesso duplas.

- **Nível de biossegurança 4** – A instalação fica em um prédio separado ou em uma área controlada dentro de um edifício. O estabelecimento tem ventilação controlada mantendo-a sob pressão negativa. Todas as atividades são realizadas em cabines de segurança biológica classe III, ou cabines de segurança biológica classe II usadas com uma veste pessoal de pressão positivas de peça única ventilada por um sistema de suporte da vida.

12.2 Legionela e febre do umidificador

12.2.1 Legionela

A Doença do Legionário foi reconhecida pela primeira vez em 1976, quando um surto ocorreu entre os delegados presentes em uma convenção da Legião Americana na Filadélfia. O agente causador foi identificado mais tarde como *Legionella pneumophila*.

A bactéria provoca dois padrões de doença em seres humanos; febre de Pontiac (uma doença do tipo gripal leve) e doença dos legionários. Ela entra no corpo quando gotículas de água contaminada são inaladas. A bactéria não é transmitida de uma pessoa para outra.

A febre de Pontiac é uma doença curta "autolimitante" com um período mais curto de incubação e sintomas mais leves do que a doença dos legionários. A febre de Pontiac afeta uma maior percentagem de pessoas expostas, mas até agora não foi fatal.

A doença dos legionários é uma doença caracterizada principalmente por pneumonia e sintomas parecidos com os da gripe. É fatal em cerca de 10-15% dos casos. Os homens são mais propensos a desenvolver a doença do que as mulheres; outros fatores de risco incluem a idade e o estado de saúde geral.

Legionelas são comuns em água doce naturais, incluindo rios, lagos, córregos e lagoas. Há uma forte probabilidade de concentrações muito baixas de bactérias existentes em todos os sistemas de águas abertas, incluindo os de serviços de construção. As fontes mais comuns de surtos de doença dos legionários foram torres de resfriamento e sistemas de água em grandes edifícios, particularmente hospitais e hotéis.

As principais formas de prevenir e controlar a propagação da doença dos legionários são controlar o crescimento inicial da bactéria nos sistemas de água e evitar a geração de aerossóis.

Áreas de maior risco incluem:

- torres de resfriamento
- tanques de armazenamento de água e caldeiras
- serviços de água quente e fria nos locais onde os ocupantes são particularmente suscetíveis (lares de idosos, hospitais, etc.)
- umidificadores e arruelas ou que criam um spray de gotículas de água e em que a temperatura da água é superior a 20℃
- banheiras de hidromassagem e piscinas
- regadores e fontes.

Fatores que afetam o crescimento incluem:

- Temperatura da água – Temperaturas na faixa de 20-45℃ favorecem o crescimento (temperatura ideal 37℃). Proliferação das bactérias é pouco provável abaixo de 20℃, e o organismo não sobrevive acima de 60℃.
- A água estagnada favorece a multiplicação
- A presença de sedimentos, escala e lama
- A presença de outros micro-organismos (algas, amebas e bactérias) ou um biofilme (uma camada de micro-organismos contidos em uma matriz que pode formar um lodo em superfícies).

Controle:

- Medidas devem ser tomadas para minimizar o risco de exposição ao evitar a proliferação de Legionela no sistema ou fábrica e reduzir a exposição a gotículas de água e aerossóis
- minimizar a libertação de spray de água
- evitar temperaturas da água entre 20℃ e 45℃ (mecanismo de controle principal).
- evitar a estagnação de água

- evitar o uso de materiais que podem abrigar ou apoiar o crescimento de bactérias e outros organismos

- manter o sistema limpo (evitar sedimentos etc.)

- uso de sistemas de tratamento adequado da água, incluindo biocidas

- assegurar que o sistema opera com segurança e corretamente e está bem conservado.

Amostragem para avaliar a qualidade da água é uma parte essencial do regime de tratamento de água e deve incluir testes químicos e microbiológicos.

12.2.2 Febre do umidificador

Febre do umidificador está associada com exposição a diferentes tipos de micro-organismos, incluindo várias bactérias e fungos encontrados em reservatórios de umidificador e unidades de ar condicionado. Os micro-organismos foram encontrados em ambos os sistemas de ventilação grandes, bem como em pequenas unidades. Concentrações significativas destes organismos podem ser dispersas para o meio ambiente na névoa aerossol gerado pelos umidificadores durante a operação normal.

A febre do umidificador geralmente causa uma doença semelhante à gripe com febre, calafrios, dor de cabeça dor muscular e fadiga. Estes sintomas geralmente ocorrem algumas horas após a exposição e normalmente desaparecem dentro de um ou dois dias. No entanto, em alguns casos, podem se manifestar como uma alveolite alérgica.

Controles para evitar a febre do umidificador focam em garantir que as bactérias e fungos não se multipliquem e alcancem altas concentrações no reservatório de água. Abordagens incluem a limpeza regular e programações de manutenção, juntamente com a desinfecção.

12.3 Doenças do sangue

Transmissão no local de trabalho pode ocorrer através de lesões cortantes e contato com sangue infectado e outros fluidos corporais com mucosas ou pele não-intacta.

O risco de aquisição ocupacional de um vírus pelo sangue refere-se a:

- A prevalência do vírus na população de doentes

- A eficiência de transmissão do vírus após um único contato com o fluido/tecido infectado
- A natureza e frequência de contato ocupacional com sangue
- A concentração do vírus no sangue.

Ocupações de maior risco incluem os cuidados de saúde e pessoal de serviço de emergência, bem como aqueles que viajam e trabalham em países que têm elevada prevalência da doença.

Proteção vem de se evitar o contato de sangue com sangue, com precauções, incluindo:

- Usar luvas e máscaras protetoras
- Cobrir cortes e feridas com um curativo à prova d'água
- Ter cuidado com objetos cortantes
- Assegurar que todos os equipamentos estejam devidamente esterilizados
- Eliminação segura de material infectado
- Controle de contaminação da superfície
- Uma boa higiene
- Quando apropriado, imunização dos trabalhadores “em risco” (por exemplo, hepatite B).

12.3.1 Hepatite B

Hepatite B é um vírus transportado pelo sangue e transmitido sexualmente, que provoca inflamação do fígado. Muitas pessoas infectadas não apresentam sintomas, mas outras apresentam uma doença semelhante à gripe com náuseas e icterícia. Hepatite B pode causar hepatite (inflamação do fígado) e também pode causar danos ao fígado a longo prazo.

A hepatite B é mais comum em algumas partes do mundo, como no Sudeste Asiático, África, Oriente Médio e Extremo Oriente e Europa meridional e oriental. A OMS estima que existam 350 milhões de pessoas cronicamente infectadas no mundo inteiro.

O vírus pode ser transmitido pelo contato com sangue infectado ou fluidos corporais de uma pessoa infectada. A incapacidade de eliminar a infecção da hepatite B após seis meses leva a estado de portador crônico. Muitas pessoas que se tornam portadores crônicos não têm sintomas e não sabem que estão infectadas.

Precauções gerais incluem a proteção contra o contato de sangue com sangue. Além disso, todos os profissionais de saúde devem ser imunizados contra a hepatite B e devem demonstrar uma resposta sorológica à vacina. Precauções universais devem ser observadas no ambiente hospitalar.

12.3.2 Hepatite C

A hepatite C é um vírus transportado pelo sangue, que provoca inflamação do fígado. Não há vacina disponível para prevenir a infecção pela hepatite C. A infecção por hepatite C afeta pessoas diferentes de formas diferentes; muitas não experimentam nenhum sintoma, enquanto outras experimentam cansaço extremo. Sintomas relatados incluem fadiga, perda de peso, náusea, sintomas parecidos com os da gripe, problemas de concentração, dor abdominal e icterícia.

Estima-se que cerca de 15-20% das pessoas infectadas se livrem do vírus naturalmente dentro dos primeiros seis meses de infecção. Para o restante, a hepatite C é uma infecção crônica que pode se estender por várias décadas e pode durar a vida inteira.

Nos 80-85% dos indivíduos que não conseguem se livrar do vírus naturalmente, o resultado de infecção é extremamente variável. Muitas pessoas nunca desenvolvem quaisquer sinais ou sintomas de doença hepática em sua vida, e nem sequer sabem que foram infectadas. Outras pessoas passam a desenvolver doença hepática grave.

A Organização Mundial de Saúde estima que há 170 milhões de portadores de hepatite C em todo o mundo. O vírus é transmitido quando o sangue de uma pessoa infectada cai na corrente sanguínea de outra. A prevenção é centrada em impedir que o sangue de pessoas infectadas entre em contato com o dos outros.

Usuários de drogas injetáveis estão em alto risco de infecção, equipamento de injeção esterilizado deve ser sempre usado. Em um ambiente de cuidados de saúde, as precauções universais devem ser respeitadas; todo sangue e fluidos corporais devem ser tratados como potencialmente infecciosos em todos os momentos.

12.3.3 HIV – (Vírus da Imunodeficiência Humana)

HIV é a infecção que por meio da destruição progressiva de determinadas células do sistema imunológico leva à AIDS. HIV é um vírus sexualmente transmissível e transmitido pelo sangue.

- Pessoas com HIV normalmente não apresentam sintomas por um período prolongado de tempo, enquanto o vírus age lentamente para enfraquecer o sistema imunológico do corpo.

- Quando o sistema imunológico de uma pessoa é afetado, ela fica suscetível a outras doenças, especialmente infecções (como a tuberculose e pneumonia) e cânceres, muitos dos quais não são normalmente uma ameaça para uma pessoa saudável. Nessa fase grave de infecção, a pessoa é muitas vezes diagnosticada como tendo AIDS. AIDS significa Síndrome da Imunodeficiência Adquirida.

- Geralmente a causa da doença e eventual morte em uma pessoa com HIV não é o próprio vírus, mas as doenças a que o vírus tornou a pessoa vulnerável. Com o tratamento, uma pessoa com AIDS pode se recuperar de uma doença, mas geralmente sucumbe a outra. Pessoas com infecção por HIV quase certamente irão morrer prematuramente.

HIV é uma infecção grave. Sem tratamento espera-se que a maioria das pessoas morra de sua infecção.

Atualmente não há vacina ou cura para o HIV. No entanto, existe agora um tratamento chamado terapia antirretroviral altamente ativa (HAART). O tratamento suprime o vírus HIV e pode reverter os danos ao sistema imunológico por algum tempo, prolongando a vida das pessoas infectadas. O vírus está em constante mudança, às vezes tornando-se resistente a drogas atuais, de modo que o HAART pode não ser uma solução a longo prazo e não é uma cura.

12.4 Zoonoses

Zoonoses são infecções que são naturalmente transmitidas do animal para seres humanos. Existem mais de 150 zoonoses conhecidas que vão desde tinha ao antraz e raiva. Zoonoses afetam principalmente as pessoas que trabalham com animais e produtos animais, tais como trabalhadores agrícolas, trabalhadores de laboratório, veterinários, trabalhadores florestais e aqueles que trabalham nas indústrias de lã e curtumes.

A infecção pode ocorrer através do contato com:

- Animais e produtos de origem animal (carne, farinha de ossos, peles, penas, peles, lã)
- Tecidos animais e fluídos corporais (sangue, saliva etc.)
- Produtos do nascimento (placenta etc.)
- Resíduos (urina, esterco, fezes)
- Materiais contaminados (solo, cercas, vestuário etc.)

A infecção pode ocorrer através de inalação, ingestão ou através de feridas ou contato com mucosas.

12.4.1 Antraz (ACDP Grupo 3)

A doença é causada pela bactéria formadora de esporos *Bacillus anthracis*. Muitos animais podem ser portadores da bactéria antraz ou esporos, incluindo bovinos, equinos, caprinos e ovinos. Esporos no pelo, pele e lã de animais podem ser um problema para os processos de fabricação posterior que utilizam estes produtos. Os esporos são muito resistentes e pastagens podem permanecer infectadas por muitos anos.

Há duas formas principais de antraz que podem ocorrer em humanos; antraz cutâneo (uma doença de pele) ou antraz pulmonar (que afeta os pulmões).

- Cutâneo – a forma mais comum após contato com a pele. A mancha vermelha no local da infecção se desenvolve para uma pústula com um centro negro. Sem tratamento, a lesão normalmente começa a cicatrizar depois de aproximadamente 10 dias. Em uma pequena proporção dos casos, as bactérias da lesão entram na corrente sanguínea produzindo uma septicemia que pode ser fatal.
- Antraz pulmonar ou de inalação – em decorrência da inalação de material contendo esporos. Os esporos entram nos pulmões e são captados pelo sistema imunológico. Os sintomas iniciais são semelhantes aos da gripe, mas estes se desenvolvem rapidamente, pois os esporos germinam no tecido linfoide, multiplicam-se e produzem uma toxina poderosa. A doença progride com dificuldade para respirar, descoloração da pele e desorientação, levando ao coma e à morte dentro de 24-48 horas.

Os principais ofícios de risco incluem os trabalhadores agrícolas, matadouros, processamento de subproduto animal, veterinários e as indústrias de lã e curtumes.

Medidas de controle incluem a eliminação de antraz em animais de fazenda, elevados padrões de higiene pessoal, incluindo a cobertura de cortes com vestes impermeáveis e informação e treinamento.

12.4.2 Leptospirose (Grupo de risco 2)

A principal forma de leptospirose é a doença de Weil, que é uma doença potencialmente fatal, causada pela bactéria Leptospira transmitida pelos ratos através da urina. Os sintomas incluem sintomas de gripe, como febre, dor de cabeça, vômitos, dores musculares, pneumonia e possível insuficiência renal e morte.

A doença pode ser transmitida através do contato com urina de rato, ou cursos de água contaminados com ela. Pode entrar no corpo através escoriações, cortes na pele e através da mucosa da boca, nariz e conjuntiva.

Os ofícios de risco incluem agricultores, trabalhadores rurais, piscicultores, trabalhadores da construção civil, trabalhadores da indústria da água, os trabalhadores da indústria de lazer, os trabalhadores de esgoto e trabalhadores de laboratório.

12.4.3 Salmonelose

A salmonelose é o nome dado a uma infecção causada por qualquer um dos grupos de bactérias Salmonlla. A bactéria Salmonela pode ser portada pela maioria dos tipos de animais de fazenda. Infecções são normalmente associadas com a ingestão de alimentos contaminados ou podem resultar do contato com esterco de animais de fazenda, por exemplo, usando as mãos contaminadas para comer, beber ou fumar.

Sintomas se desenvolvem de repente cerca de 12 a 24 horas após a infecção e incluem mal-estar, dor de cabeça, náusea, dor abdominal, diarreia e febre. Os sintomas normalmente duram de 2 a 3 dias, mas podem persistir por mais tempo. Desidratação ou septicemia (envenenamento do sangue) também podem ocorrer.

12.5 Mofos

Mofos são fungos microscópicos que crescem na forma de ramificações ou filamentos. Eles se reproduzem por meio de esporos microscópicos que podem dar origem ao crescimento do novo mofo, que por sua vez pode produzir milhões de esporos.

Se inalados, esporos de fungos podem causar rinite alérgica ou outras reações alérgicas, tais como alveolite.

Mofos podem ser encontrados onde houver umidade, oxigênio e uma fonte de nutrientes. Eles crescem em matéria orgânica morta, como na vegetação em decomposição e folhas mortas, especialmente em áreas sombreadas e úmidas.

Em situações industriais, padarias, cervejarias, laticínios e estufas são exemplos de locais ideais para o crescimento de mofo. Todas as áreas onde são armazenados os alimentos frescos também são potenciais locais onde o crescimento de fungos é possível. Exemplos bem conhecidos incluem depósitos de grãos ou silos, especialmente se o grão foi armazenado ligeiramente úmido.

De fato, em qualquer ambiente interno, o mofo pode crescer em lugares úmidos, como em porões mal ventilados, banheiros e umidificadores e unidades de ar condicionado. Na verdade, eles podem prosperar em qualquer área onde superfícies ou materiais sejam úmidos. Redução dos níveis de umidade e umidade é o fator mais importante para atenuar o crescimento de fungos.

12.6 Pandemias

Uma pandemia pode ser definida como uma epidemia de uma doença infecciosa que se espalha por uma área geográfica ampla (vários países, um continente ou mesmo todo o mundo) e afeta uma grande proporção da população.

Uma pandemia pode ocorrer quando as seguintes condições ocorrem:

- Surgimento de uma doença, ou uma variedade específica de uma doença, nova a uma população
- O agente afeta os seres humanos, causando doença grave
- O agente espalha-se fácil e sustentavelmente entre humanos.

Houve muitas pandemias no passado, incluindo as causadas por febre tifoide, cólera, peste bubônica e vírus influenza. A peste bubônica matou dezenas de milhões de pessoas na Europa na Idade Média. A pandemia do vírus da gripe mais grave registrada ocorreu entre 1918 e 1920, quando se estima que a “Gripe Espanhola” matou pelo menos 40 milhões de pessoas. Mais recentemente, estima-se que a "Gripe de Hong Kong” resultou em cerca de 1 milhão de mortes no final dos anos 1960.

Novas variedades do vírus da gripe continuam a surgir em animais com o potencial que qualquer nova variedade particular poderia causar uma

pandemia. Estas novas variedades do vírus da gripe ocorrem quando eles são transmitidos aos humanos de outras espécies animais, como porcos, galinhas ou patos.

Um exemplo recente de uma nova variante do vírus da gripe é H5N1 ("Gripe aviária") que foi encontrada em 2004 em aves no Vietnã. Em 2007 vários casos foram encontrados na Ásia e grande parte da Europa. Houve mortes humanas entre as pessoas que tiveram contato próximo com aves infectadas. Não houve nenhuma, ou limitada, transmissão da doença de pessoa para pessoa.
A gripe aviária H5N1 não é classificada como uma pandemia uma vez que o vírus ainda não pode se espalhar facilmente de forma sustentável entre a população humana. No entanto, se o vírus se combinar com um vírus de gripe humana, um novo subtipo pode evoluir, o qual poderia ser altamente contagioso em humanos.

Outra preocupação em relação às pandemias é que muitos micro-organismos estão se tornando resistentes a muitos dos antibióticos atualmente em uso. Esses micro-organismos resistentes a antibióticos (por vezes chamados de "superbactérias") podem contribuir para o ressurgimento de muitas doenças que são atualmente bem controladas, por exemplo, tuberculose.

Uma variedade de bactérias comum também está se tornando mais resistentes aos antibióticos levando a um aumento no número de infecções hospitalares. Um exemplo bem conhecido disso é *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (ou MRSA).

12.7 Modificação genética

A modificação genética é uma tecnologia desenvolvida nos últimos 30 anos para alterar as características dos organismos vivos, como plantas ou animais. Ela envolve a adição de novo material genético no genoma de um organismo.

Organismos geneticamente modificados (OGM) têm aplicações generalizadas. Eles são usados em pesquisa biológica e médica, na produção de produtos farmacêuticos, medicamentos e na agricultura. Até agora, a maior aplicação de modificação genética tem sido na produção de culturas alimentares que são mais resistentes a doenças, ou para ataque de insetos, ou com a maior produção agrícola.

Os benefícios de modificação genética são potencialmente enormes. Potenciais benefícios no futuro incluem novos tratamentos para doenças, culturas mais resistentes a pragas e doenças, alimentos de maior valor nutricional e produção de produtos farmacêuticos a partir de plantas.

No entanto, há uma série de preocupações no que diz respeito a esta tecnologia. Algumas pessoas têm preocupações, a princípio, sobre a alteração dos sistemas biológicos que evoluíram naturalmente. Além disso, muitas pessoas estão preocupadas que não somos ainda capazes de entender todas as ramificações em potencial de manipulação genética.

Uma preocupação em particular tem sido a possibilidade de plantas geneticamente modificadas realizarem polinização cruzada (ou “afloramento") com outras formas ”naturais” de cultivo para produzir outra variedade cujas propriedades não foram avaliadas. A segurança de organismos geneticamente modificados na cadeia alimentar também tem sido questionada.

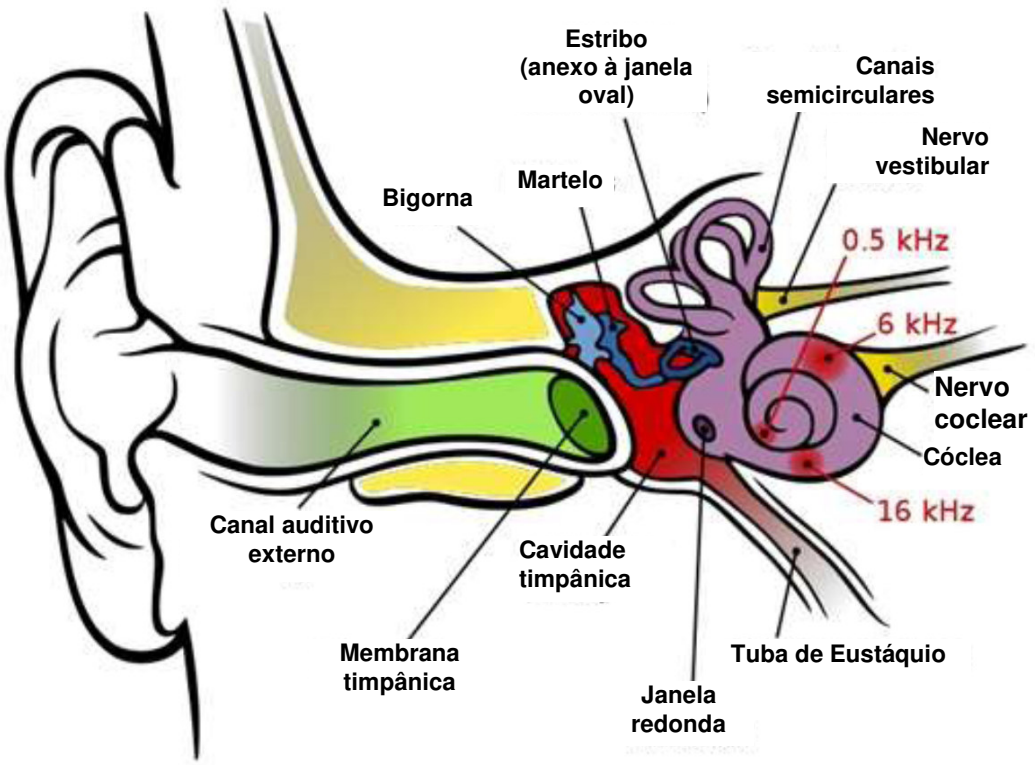
Como resultado destas preocupações, controles estritos têm sido implementados no uso e na produção de organismos geneticamente modificados.

13 RUÍDO

13.1 Histórico

Tornou-se prática comum definir ruído como um som indesejado e que se sabe, por muitos anos, que é uma causa de perda auditiva na indústria. Então o que é exatamente o som e como o ouvimos? O som é a sensação que é percebida pelo cérebro humano ou animal como resultado de vibrações longitudinais das moléculas de ar entrando em contato com a orelha.
Os sons são na verdade ondas de pressão causada por um corpo vibrátil, que irradiam a partir da fonte. O ouvido humano pode sentir e perceber ondas de pressão pequenas e rápidas como o som (ruído) e transmitir informações sobre seu tamanho (amplitude) e frequência para o cérebro.

13.2 A orelha



Fonte: Wikimedia Commons

Figura 13.1 – Um diagrama simplificado do ouvido humano

A orelha externa, ou seja, a parte que podemos ver, recebe as ondas de pressão e as transmite ao longo do canal auditivo até uma membrana – tímpano, que está situada dentro do crânio para proteção. O tímpano vibra em resposta às ondas de pressão sonora e essa vibração é transmitida através dos 3 pequenos ossos do ouvido médio do martelo, bigorna e estribo para outra membrana, a janela oval do ouvido interno.

O ouvido médio também contém a trompa de Eustáquio, que oferece uma abertura para a garganta e assim mantém a orelha média à pressão atmosférica. Esta equalização de pressão é necessária porque o tímpano é necessário para responder às rápidas e pequenas flutuações na pressão, e não à pressão absoluta.

A janela oval, por sua vez, passa as vibrações para a cóclea, um órgão em forma de caracol que contém líquido e cerca de 25.000 células receptivas (terminações nervosas). As vibrações geram ondas de pressão no líquido da cóclea, e estas estimulam as terminações nervosas que transmitem sinais elétricos correspondentes ao cérebro. Cada célula receptiva responde a um tom e, portanto, é capaz de analisar e separar uma mistura de sinais de entrada em seus componentes de frequência individual. Esta facilidade permite que o ouvido humano identifique notas individuais entre a saraivada de sons que entram.

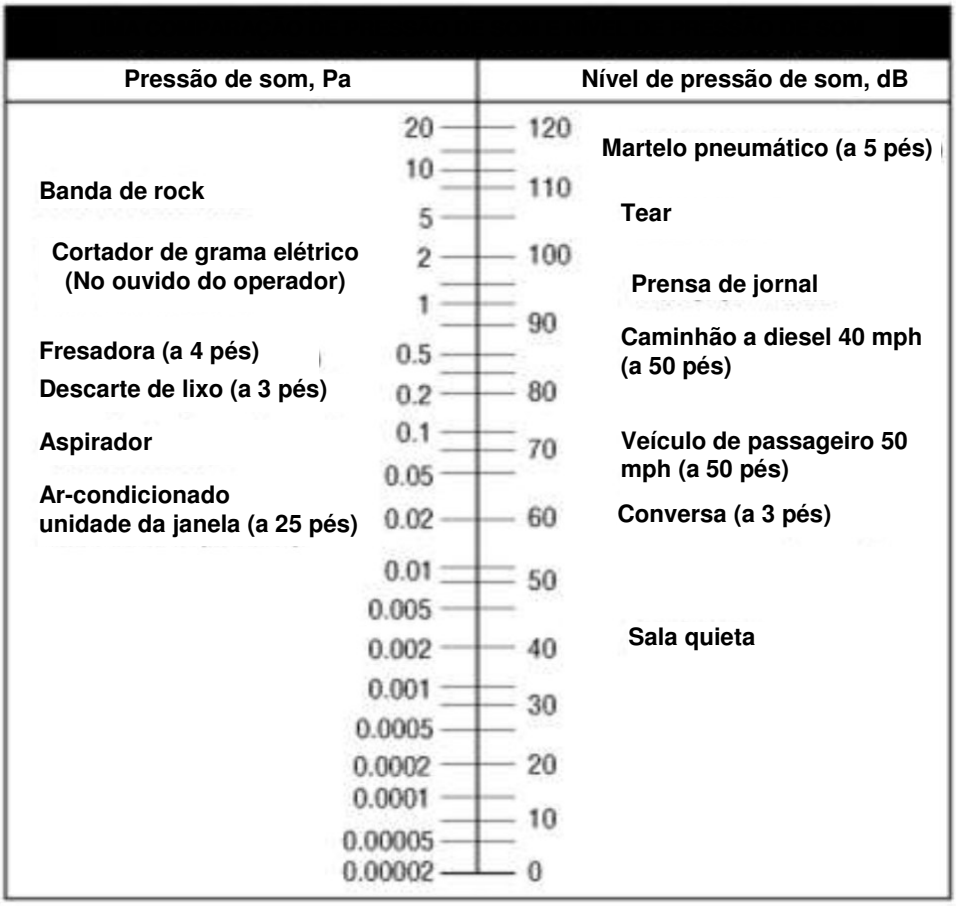
13.3 Som audível

Duas das principais características do som são a frequência e intensidade. O número de ondas de pressão / vibrações por segundo é conhecido como a frequência, e é expresso na unidade Hertz (Hz), quanto mais flutuações por segundo maior a altura do som. A faixa de frequência do ouvido humano é normalmente citado como sendo entre 20 Hz e 20.000 Hz (20 KHz). A nota dó na música está em aproximadamente 260 Hz (as opiniões de músicos variam entre 255-278 Hz), e dobrando, a frequência aumenta o tom uma oitava, então a oitava acima de dó (260 Hz) tem uma frequência de 520 Hz.

Por intensidade (I) entendemos a amplitude (tamanho) das ondas de pressão e é definida como a quantidade média de energia que passa através de uma unidade de área na unidade de tempo e é expressa em watts por metro quadrado (Wm^2).

Torna-se muito complicado citar os níveis de ruído em medidas de pressão sonora (Pa) ou intensidade (Watts/metro^2), pois os números são muito difíceis de controlar. Portanto, nós os relacionamos com um nível de referência (neste caso, o limiar de audição) e usamos uma escala logarítmica para o resultado, e um número muito mais gerenciável pode ser produzido. Este é o chamado decibel, que é um décimo de um Bel. O decibel (dB) não tem dimensões, como

tal; é apenas uma unidade de comparação disposta em uma escala logarítmica, de modo que o aumento do número corresponde a uma multiplicação de intensidade. O volume de ruído é uma função tanto da intensidade quanto da frequência.



Fonte: Centro Canadense de Segurança e Saúde Ocupacional

13.4 Efeitos de ruído excessivos na saúde

Há muito se sabe que a exposição constante a ruídos de alta intensidade pode resultar em danos ao mecanismo de audição, sendo o grau do dano proporcional ao incidente de energia sonora total integrada nas orelhas. O dano está relacionado com a intensidade, a natureza (contínua ou intermitente) e a duração da exposição ao ruído, e tem efeitos microscopicamente visível no ouvido interno que são essencialmente irreversíveis e incuráveis. Há cinco possíveis efeitos do ruído na saúde:

- Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) é um efeito cumulativo da exposição repetida. É causada por danos às células ciliadas da cóclea no ouvido interno. A primeira indicação de perda auditiva ocorre com uma redução na capacidade de ouvir a faixa de frequência em torno de 4 kHz. Ao longo do tempo, se a exposição continuar, o dano auditivo induzido pelo ruído aumenta a profundidade da perda auditiva e estende a faixa de 4 kHz tanto para as frequências mais baixas quanto as mais altas.

- Zumbido – Ruído ouvido na orelha sem uma causa externa, que frequentemente acompanha a surdez.

- Mudança temporária do limiar (TTS) – Os danos às células ciliadas do ouvido interno que podem prejudicar a audição temporariamente, resultando da exposição a altos níveis de ruído. A recuperação ocorre após a redução da exposição a altos níveis de ruído, normalmente durante um período de várias horas.

- Danos físicos para o tímpano e os ossículos induzidos por ruídos excessivamente altos, por exemplo, explosões. Este tipo de perda auditiva é referido como perda auditiva condutiva.

- Perturbação/estresse, que é difícil de medir e quantificar, mas podem causar efeitos psicológicos, tais como falta de concentração, irritabilidade e estresse.

Além de causar perda auditiva temporária ou permanente, o ruído pode também ser um risco de segurança. Mais claramente, o ruído interfere na comunicação verbal, levando a erros e fracassos em responder a sons de aviso e gritos.

Danos auditivos podem ser induzidos por exposição contínua a níveis superiores a 85 dB (A), mas a resposta de um indivíduo varia dentro de uma população. A exposição contínua a níveis superiores a 90 dB (A) resulta em 20% da população exposta sofrendo de PAIR.

A exposição constante a **ruídos de alta intensidade**, ou seja, superiores a 80 dB (A), quase invariavelmente produz algum grau de perda auditiva induzida por ruído naqueles com audição suscetível. Não há maneira de prever com antecedência quais determinados indivíduos são mais propensos a sofrer de perda auditiva induzida por ruído.

Ruído de intensidade moderada, ou seja, 55-80 dB (A), embora não seja um perigo potencial à audição, pode afetar a concentração e irá interferir com a comunicação verbal, se superior a 65 dB (A).

Ruído de baixa intensidade, ou seja, menor de 55 dB (A), ainda pode resultar em queixas do público geral de "perturbações", tais como distúrbios do sono.

13.5 Adição aos níveis de som

Quando dois sons estão sendo emitidos ao mesmo tempo, sua intensidade total combinada não é a soma numérica dos níveis de decibéis de cada som. Para os cálculos precisos devem ser somados como logaritmos – geralmente usando uma calculadora. Alternativamente, uma aproximação razoável de adições de níveis de decibéis pode ser feita usando a tabela abaixo:

Diferença em dB (A)	Somar ao mais alto
0 ou 1	3
2 ou 3	2
4 a 9	1
10 ou mais	0

Assim, se duas máquinas estão emitindo níveis de ruído de 90dB(A), a soma do nível de ruído total é de 93 dB (A). N.B. A duplicação dos níveis de som resulta em um aumento de 3 dB (A).

13.6 Análise de frequência

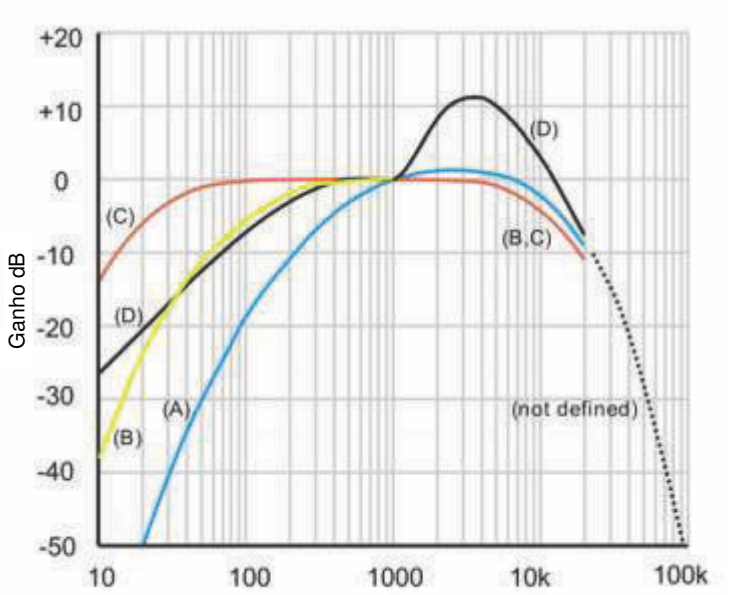
A menos que um som tenha um tom puro, o que é incomum, a maioria dos ruídos é feita de sons de diversas frequências e intensidades, e ao avaliá-los por motivos de saúde ou aborrecimento é útil entender o que os níveis são em uma faixa de frequências, isto é, para produzir um espectro sonoro. Por conveniência, é usual dividir a faixa de frequências em bandas de oitavas usando um instrumento que mede as intensidades de uma oitava, e citando-a como a intensidade em uma frequência de meia oitava particular. As frequências de meias oitavas escolhidas para são as seguintes:

31,5Hz, 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz e às vezes 16 kHz

Assim, um espectro de ruído citará as intensidades em cada uma das frequências de meias oitavas. O ouvido humano é mais sensível a frequências entre 20 Hz – 20 kHz, encontrando-se a frequência da fala entre 500 Hz – 4 kHz, a vogal soa nas frequências mais baixas e as consoantes nas mais altas.

13.7 Ponderações de decibéis

Como o ruído é uma combinação de sons em várias frequências e intensidades, a intensidade de ruído pode ser expressa como um espectro, ou como uma combinação de todas as frequências somadas em um único valor. Como o ouvido humano é mais sensível a certas frequências do que a outras, é possível fazer concessões para isso no circuito eletrônico de um medidor de nível de som. Ou seja, determinadas frequências são suprimidas, enquanto outras são reforçadas, a fim de aproximar a resposta do ouvido humano. Esta técnica é conhecida como ponderação, e existem ponderações A, B, C e D disponíveis para diversos fins. O que tem sido adotado por um espectro de trabalho é dado em dB (A). Se a ponderação A é aplicada a uma medição em dB, o nível correspondente em dB (A) é uma boa indicação da intensidade percebida pelo ouvido humano.



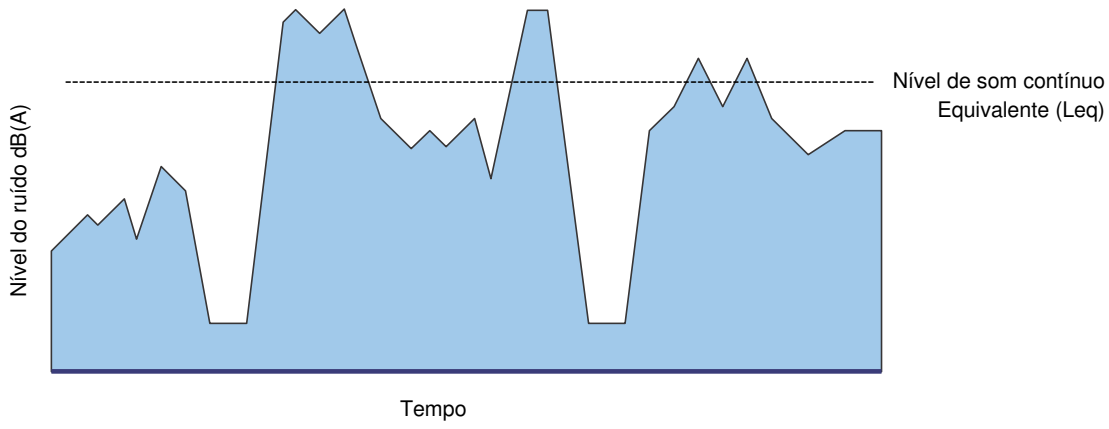
Ponderada pela frequência A(azul), B (amarelo), (C) vermelho e ponderada pela frequência D(preto)

Fonte: Public Domain Wikimedia Commons

Figura 13.2 – Gráfico exibindo ponderações de frequência e resposta relativa

13.8 Nível de som contínuo equivalente (Leq)

A expressão da exposição ao ruído do ponto de vista de seu potencial para causar perda auditiva induzida pelo ruído é simplificada usando dB (A) em vez de dB para remover o fator dependente da frequência. No entanto, assim como a frequência, o ruído industrial também varia em sua intensidade ao longo do dia e no dia-a-dia e muitas vezes tem natureza intermitente. Algum tipo de média é, portanto, necessária e o nível de som contínuo equivalente (Leq) foi criado para este propósito.



Fonte: Adrian Hirst

O Leq pode ser definido como o nível de pressão sonora constante, que ao longo de um período de tempo tem o mesmo conteúdo de energia e, consequentemente, o mesmo potencial de dano para a audição, como o ruído real flutuante.

13.9 Dose de ruído

Na Europa, a Diretiva de agentes físicos (ruído) (2003/10/CE) especifica que a exposição diária pessoal de um empregado (L_{EP}, d) não deve exceder 85 dB (A). Este limite é equivalente a um Leq de 85 dB (A) por 8 horas por dia, e representa uma dose de ruído de 100%. Utilizando o conceito de energia do Leq, um aumento de 3 dB no nível de pressão sonora reduz pela metade a duração permitida de exposição. Por exemplo, um aumento no nível de som de 85 dB (A) a 88 dB (A) deve ser acompanhado por uma redução para metade da duração da exposição de 8 horas para 4 horas.

Duração por dia (horas)	Limite europeu (Leq) dB(A)
16	82
8	85
4	88
2	91
1	94
30 min	97
15 min	100
7,5 min	103
3,75 min	106

13.9.1 Cálculo de Lep, d

Uma variedade de planilhas e nomogramas está disponível para o cálculo da Lep, d. Veja: http://www.hse.gov.uk/noise/calculator.htm (acessado em fevereiro de 2010)

13.10 Limites de ruído

Na Europa, a Diretiva de agentes físicos (ruído) também coloca deveres dos empregadores em cada país da seguinte forma:

- O empregador é obrigado a avaliar os riscos associados à exposição ao ruído.
- Proteger os funcionários da exposição ao ruído por:
- Eliminar e controlar os riscos associados ao ruído
- Fornecer proteção auditiva adequada

- Fornecer informações adequadas, instrução e treinamento a funcionários sobre os riscos, medidas de controle, proteção auditiva e práticas de trabalho seguras.

- Fornecer vigilância em saúde (verificações auditivas) para os empregados que estão em risco.

- Realizar manutenção de equipamentos, em especial em qualquer equipamento que seja fornecido para controlar o ruído.

- Rever a avaliação de risco e as ações apropriadas regularmente (normalmente pelo menos a cada dois anos).

Os regulamentos especificam os valores-limite e os valores de exposição que desencadeiam a ação, conforme segue:

- **Os valores de exposição inferiores que desencadeiam a ação**: a exposição diária ou semanal pessoal ao ruído de 80dB (ponderada pela frequência A) e pressão acústica de pico de 135 dB (ponderada pela frequência C).

- **Os valores de exposição superiores que desencadeiam a ação**: a exposição diária ou semanal pessoal ao ruído de 85dB (ponderada pela frequência A) e pressão acústica de pico de 137 dB (ponderada pela frequência C).

- **Valores-limite de exposição**: a exposição diária ou semanal de pessoal ao ruído de 87dB (ponderada pela frequência A) e pressão acústica de pico de 140 dB (ponderada pela frequência C).

13.10.1 Outros limites

Limites de ruído se tornaram mais rigorosos durante as últimas duas décadas. Na Europa, o limite de 85 dB (A) Lep,d é usado, enquanto que um limite de 90 dB (A) é especificado no Canadá. Nos EUA um conjunto mais complexo de critérios é utilizado, que correlaciona dose com nível de pressão sonora e tempo. Isto é conhecido como um conceito duplicação de 5 dB e é largamente desacreditada fora dos EUA.

Do ponto de vista prático, o padrão adotado em uma empresa, ou nacionalmente, e até que ponto esse padrão é alcançado por medidas de controle de engenharia, depende de uma interpretação do banco de dados de avaliação de risco, e depois sobre o que é considerado "razoavelmente possível" de ser implementado.

13.11 Conservação auditiva

O objetivo na introdução de programas de conservação auditiva na indústria é evitar a perda auditiva ocupacional, assegurando a avaliação e controle da exposição excessiva ao ruído no local de trabalho. Isto pode ser conseguido através de programas que incorporam as seguintes características essenciais.

13.11.1 Avaliação do ruído no local de trabalho

O principal interesse com relação ao ruído no local de trabalho está relacionado com a exposição ao ruído ocupacional e conformidade com um limite de exposição ao ruído ocupacional. Portanto, um levantamento de ruído deve ser realizado em áreas onde se suspeita que as pessoas possam ser expostas a ruído no local de trabalho excedendo o limite de exposição ao ruído, ou seja, o Primeiro Nível de Ação nos países membros da UE.

Nos locais de trabalho onde os níveis de ruído são razoavelmente constantes, a pesquisa deve estabelecer um mapa de contorno do nível de ruído, as exposições a ruídos individuais no período integral típico para os ofícios relevantes, ou ambos. Embora o cumprimento com o limite de exposição ao ruído seja a principal preocupação, muitas vezes é mais fácil, do ponto de vista administrativo, que isso seja alcançado especificando e garantindo a conformidade com um limite de área de trabalho que seja numericamente igual ao limite de exposição ao ruído. Daí a abordagem do contorno. Três circunstâncias poderiam prevalecer:

- Se apenas a abordagem de contorno for adotada, locais onde o nível de ruído é numericamente igual ou maior do que o limite de exposição ao ruído devem ser designados de forma clara, por exemplo, como Áreas de Riscos Relacionados ao Ruído. Deve ser proibida a entrada de qualquer pessoa nessas áreas que não estiver usando proteção auditiva adequada, independentemente da duração da estadia.

- Se as exposições típicas ao ruído de um indivíduo em período integral forem determinadas, estas devem ser comparadas com o limite de exposição ao ruído. Para os trabalhos em que normalmente se espera que o limite seja ultrapassado, proteção auditiva adequada deve ser usada em áreas onde os níveis de ruído elevados prevalecem.

- Se um mapa de contorno de ruído e dados de exposição ao ruído forem obtidos, um nível de ruído numericamente superior ao limite de exposição ao ruído pode ser utilizado para definição de áreas designadas, desde que possa ser demonstrado que as exposições ao ruído são consistentemente abaixo do limite de exposição ao ruído.

Níveis de ruído podem ser determinados usando um simples medidor de nível de som (tipo 1 ou tipo 2), mas é essencial que o instrumento seja usado corretamente se dados significativos precisarem ser obtidos, por exemplo, atenção para a calibração, considerar o tipo de ruído, etc.

Nos locais de trabalho onde os níveis de ruído oscilam (áreas de oficina, por exemplo) a pesquisa deve estabelecer as exposições individuais típicas em período integral para os ofícios relevantes para comparação com o limite de exposição ao ruído. Para os trabalhos ou elementos de trabalho para os quais normalmente se espera que o limite seja ultrapassado, proteção auditiva adequada deve ser usada.

Além de verificar o cumprimento de um critério de exposição, medidas de exposição ao ruído também são úteis para indicar áreas prioritárias para controle de ruído, para destacar o pessoal de maior risco, e para fins de conscientização sobre a preservação da audição.

13.11.2 Controle de ruído no trabalho

Onde o controle de engenharia for indicado para minimizar o ruído no local de trabalho, as seguintes abordagens gerais são recomendadas, em ordem decrescente de preferência: -

- Redução do ruído na fonte – melhor alcançada na fase de projeto.
- Gabinete de equipamentos ruidosos – embora dissipação de calor e acesso para manutenção possam ser um problema.
- Triagem de equipamentos ruidosos do trabalhador e/ou maior separação do trabalhador da(s) fonte(s) de ruído(s).
- Absorção do som pelo revestimento de superfícies adequadas com material absorvente de som, onde a reverberação pode ser um problema

Estas medidas devem ser conjugadas com a manutenção regular das máquinas, pois isso pode contribuir significativamente para a minimização da emissão de ruído.

Especificações de ruído devem ser desenvolvidas para todas as novas máquinas. Estas devem levar em conta o ambiente de ruído existente no local de trabalho e os limites predominantes de exposição ao ruído.

13.11.3 Proteção de pessoal em situação de risco

É necessário proteger o trabalhador da exposição ao ruído excessivo no ambiente de trabalho se as medidas de engenharia e/ou outros meios de controle não forem suficientes ou razoavelmente praticáveis. Uma ou mais das seguintes abordagens podem ser adotadas:

- Provisão de refúgios de ruído em áreas designadas, por exemplo, em caldeirarias. Se 50 % da jornada de trabalho for passada nos refúgios acústicos, a exposição é efetivamente reduzida pela metade – ou seja, a dose de ruído é reduzida em 3 dB (A).

- Alteração do padrão de trabalho, por exemplo, por meio da rotação de empregos (embora isto possa ser difícil de administrar) para reduzir o tempo de exposição em áreas designadas e assim reduzir a exposição.

- O uso de Dispositivos de Proteção Auditiva Pessoal, por exemplo, abafadores auditivos, protetores auriculares. A seleção adequada, uso correto e manutenção regular destes dispositivos são de suma importância para garantir que a proteção eficaz seja alcançada. Quando disponíveis, os dados reais de atenuação devem ser levados em conta no processo de seleção.

13.11.4 Informação, instrução e treinamento

Todas as pessoas que estiverem potencialmente expostas ao ruído no trabalho que exceda o limite de exposição devem ser instruídas no risco de perda auditiva, as medidas preventivas e de seu papel no programa de preservação auditiva. A instrução pode ser dada de várias maneiras, por exemplo:

- Cursos para os novos empregados e a emissão de orientações escritas.

- Cursos de revisão periódicos para aqueles que trabalham em áreas designadas.

- Ações contínuas de gestão da linha para explicar a política de preservação auditiva para as pessoas e grupos de risco.

- “Campanhas" periódicas de preservação auditiva, incluindo competições, filmes e cartazes.

Instruções aos funcionários potencialmente em risco devem incluir informações sobre: –

- A natureza do ruído e do mecanismo da audição.

- Os efeitos sobre a audição da exposição ao ruído excedendo o limite de exposição.
- Os princípios de preservação da audição.
- Os requisitos para a implementação efetiva do programa de preservação de audição.

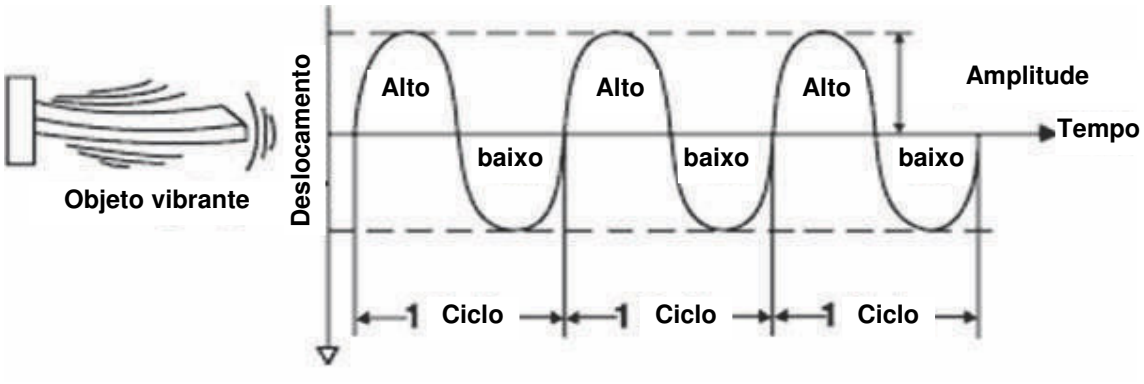
14 VIBRAÇÃO

14.1 Introdução

Vibração é a oscilação mecânica de um objeto sobre um ponto de equilíbrio. As oscilações podem ser regulares, como o movimento de um pêndulo, ou aleatórias, como o movimento de um pneu em uma estrada de cascalho. O estudo dos efeitos da vibração na saúde exige medições das "ondas de pressão" globais que são geradas por equipamentos de vibração ou estrutura.

A vibração entra no corpo pelo órgão em contato com o equipamento de vibração. Quando um trabalhador opera equipamento portátil, como uma motosserra ou britadeira, a vibração afeta mãos e braços. Tal exposição é chamada de exposição de mão-braço à vibração. Quando um trabalhador se senta ou fica em pé em um piso ou assento que vibra, a exposição à vibração afeta quase todo o corpo e é chamada exposição de corpo inteiro à vibração.

Se pudéssemos assistir a um objeto vibrando em câmera lenta, você poderia ver os movimentos em direções diferentes. Qualquer vibração tem duas quantidades mensuráveis. A distância (amplitude ou intensidade) e velocidade (frequência) com que o objeto se move ajuda a determinar suas características vibratórias. Os termos usados para descrever este movimento são frequência, amplitude e aceleração.



Fonte: Centro Canadense de Segurança e Saúde Ocupacional

Figura 14.1 – Representação das medidas de exposição a vibrações

14.1.1 Frequência

Um objeto vibrante se move para trás e para frente de sua posição normal estacionária. Um ciclo completo de vibração ocorre quando o objeto se move de uma posição extrema para o outro extremo e volta. O número de ciclos que um objeto vibrante completa em um segundo é chamado de frequência. A unidade de frequência é hertz (Hz). Um hertz equivale a um ciclo por segundo.

14.1.2 Amplitude

Um objeto vibrante se move para uma certa distância máxima de cada lado de sua posição estacionária. Amplitude é a distância da posição estacionária para a posição extrema de ambos os lados e é medida em metros (m). A intensidade da vibração depende de amplitude.

14.1.3 Aceleração (medida de intensidade de vibração)

A velocidade de um objeto vibrando varia de zero a um máximo durante cada ciclo de vibração. Ele se move mais rápido à medida que passa através da sua posição natural estacionária para uma posição extrema. O objeto vibrando diminui à medida que se aproxima do extremo, onde ele para e então se move na direção oposta através da posição estacionária em direção ao outro extremo. Velocidade de vibração é expressa em unidades de metros por segundo (m / s).

A aceleração é uma medida da rapidez com que a velocidade muda com o tempo. A medida da aceleração é expressa em unidades de (metros por segundo) por segundo, ou metros por segundo ao quadrado (m/s^2). A magnitude da aceleração muda de zero a um máximo durante cada ciclo de vibração. Ela aumenta à medida que o objeto vibrando se move para mais longe de sua posição normal estacionária.

14.2 Exposição à vibração

Exposição à vibração normalmente ocorre durante a operação de máquinas elétricas como ferramentas de mão ou durante uma viagem em veículos. Alguns exemplos de exposição são fornecidos abaixo. A vibração tende a ser classificada nos seguintes tipos, dependendo da natureza da exposição.

Vibração de mão-braço é a vibração mecânica que, quando transmitida ao sistema mão-braço, pode resultar em enfermidade vascular, nas articulações, neurológica, muscular ou em ossos.

Vibração de corpo inteiro é a vibração mecânica que, quando transmitida a todo o corpo pode resultar em morbidade na região lombar e trauma na coluna vertebral.

Exemplos de exposição a vibrações ocupacionais

Indústria	Tipo de vibração	Fonte comum de vibração
Agricultura	Corpo inteiro	Tratores
Fabricação de caldeira	Mão-braço	Ferramentas pneumáticas
Construção	Corpo inteiro Mão-braço	Veículos de equipamentos pesados Ferramentas pneumáticas, britadeiras
Corte de diamante	Mão-braço	Ferramentas manuais vibratórias
Silvicultura	Corpo inteiro Mão-braço	Tratores Serras
Fundição	Mão-braço	Facas vibratórias
Fabricação de móveis	Mão-braço	Formão pneumático
Ferro e aço	Mão-braço	Ferramentas manuais vibratórias
Madeira	Mão-braço	Motosserra
Usinagem	Mão-braço	Ferramentas manuais vibratórias
Mineração	Corpo inteiro Mão-braço	Operação de veículos Perfuração de rochas
Rebite	Mão-braço	Ferramentas manuais
Borracha	Mão-braço	Ferramentas pneumáticas
Folhas de metal	Mão-braço	Equipamento de impressão
Estaleiro	Mão-braço	Ferramentas manuais pneumáticas
Fabricação de calçados	Mão-braço	Máquina batedora
Revestimento de pedras	Mão-braço	Ferramentas pneumáticas manuais
Têxtil	Mão-braço	Máquinas de costura, teares
Transporte	Corpo inteiro	Veículos

14.3 Efeitos da vibração na saúde

Condições de saúde induzidas por vibrações avançam lentamente. No início começa como uma dor. À medida que a exposição à vibração continua, a dor pode evoluir para uma lesão ou doença. A dor é a condição de saúde que é inicialmente observada e deve ser tratada a fim de impedir a lesão.

Síndrome dos dedos brancos induzida por vibração (VWF) é a condição mais comum entre os operadores de ferramentas manuais vibratórias. Vibração pode causar alterações em tendões, músculos, ossos e articulações, e pode afetar o sistema nervoso.

Coletivamente, esses efeitos são conhecidos como Síndrome da Vibração da Mão-Braço (HAVS). Os sintomas da VWF são agravados quando as mãos estão expostas ao frio. Trabalhadores afetados pela HAVS comumente reportam:

- Ataques de branqueamento de um ou mais dedos quando expostos ao frio.

- Formigamento e perda de sensibilidade nos dedos.
- Perda de toque leve.
- Dor e sensações de frio entre os ataques de dedos brancos periódicos.
- Perda de força de pressão.
- Cistos ósseos nos dedos e pulsos.

O desenvolvimento de HAVS é gradual e aumenta a gravidade ao longo do tempo. Pode demorar alguns meses até vários anos para que os sintomas da HAVS se tornem clinicamente perceptíveis. HAVS é um distúrbio, que afeta os vasos sanguíneos, nervos, músculos e articulações da mão, punho e braço e pode se tornar extremamente incapacitante se for ignorado. Síndrome dos dedos brancos induzida por vibração (VWF) é uma queixa comum entre trabalhadores que utilizam regularmente ferramentas elétricas e/ou brocas, que pode ser desencadeada por tempo frio ou úmido e provocar dor intensa nos dedos afetados.

14.4 Medição de vibração

A vibração é geralmente medida pelo uso de acelerômetros e, ao contrário de um medidor de nível sonoro, a sonda real precisa ser pequena e leve, para não alterar o padrão de vibração da máquina que está sendo medida, ou se estiver presa à mão do trabalhador, para não alterar a aceleração medida. Ao contrário de medições de ruído, as medições de vibrações têm um elemento subjetivo a elas em que o acelerômetro pode ser segurado junto a uma ferramenta vibratória manual; pode ser fixado a ela, por exemplo, por laços de plástico, ou pode ser fixado à mão do operador. Todas essas alternativas necessariamente vão gerar resultados diferentes.

15 AMBIENTE TÉRMICO: PRINCÍPIOS, AVALIAÇÃO E CONTROLE

O corpo humano pode ser considerado como uma planta de processamento, usando reações químicas complexas para produzir energia mecânica, como uma consequência da ineficiência inevitável dessas reações, calor é produzido como um subproduto. Para funcionar de forma eficaz, precisamos manter os nossos corpos a uma temperatura constante dentro da faixa 36,5-37,5 ℃.

15.1 Resposta humana ao meio ambiente térmico

Os centros de regulação de temperatura em nosso cérebro são sensíveis a pequenas mudanças de temperatura do sangue e também obtêm feedback de nervos sensoriais na pele, o nosso cérebro usa, então essas informações para ajustar as respostas de nossos corpos ao calor.

15.1.1 As respostas fisiológicas ao calor

Quando expostos ao calor, os vasos sanguíneos na nossa pele se expandem e nossa frequência cardíaca aumenta. Isso aumenta o fluxo sanguíneo para a superfície do corpo, aumentando assim o potencial de transferência de calor do núcleo do corpo para a pele e arredores. A transpiração também aumenta a perda de calor devido ao calor latente de evaporação. Isto também tem o efeito adicional de aumentar nossas necessidades de água.

Em condições de muito calor, a sudorese oferece o maior potencial de regulação da temperatura corporal. Indo de um ambiente frio para um clima predominantemente quente, é necessário permitir que o corpo se aclimate ao aumentar o volume sanguíneo e a capacidade de suor, enquanto diminui as perdas de sal no suor. Demora cerca de três dias para que a aclimatação fique cerca de 60% completa e cerca de 10 dias para aclimatação completa. Esta capacidade aumentada de suor é perdida depois de alguns dias em um ambiente mais frio.

Possíveis efeitos adversos da exposição ao calor excessivo incluem: fadiga, modificações comportamentais, incluindo a concentração reduzida, cãibras de calor devido à perda de sal, exaustão pelo calor e insolação desmaios.

15.1.2 As respostas fisiológicas ao frio

Quando exposto ao frio, os vasos sanguíneos em nossa pele contraem e fluxo de calor à superfície do corpo é reduzido, minimizando a perda de calor do corpo. Produção de calor é aumentada pela atividade física e tremores. Não há aclimatação fisiológica ao frio.

Possíveis efeitos adversos ao frio excessivo incluem: cansaço / apatia, frieiras, queimadura pelo frio e hipotermia.

15.1.3 Respostas psicológicas ao ambiente térmico

As pessoas, muitas vezes, modificam a maneira como trabalham, dependendo do ambiente térmico. Muitas vezes, elas tentam modificar seus ambientes de trabalho, por exemplo, mudando-se para uma área mais confortável, trocando de roupa, aumentando ou diminuindo a ventilação etc. O desempenho e eficiência também podem ser afetados por condições térmicas adversas.

15.2 Transferência de calor do corpo

Fórmulas estão disponíveis para o cálculo da carga térmica e equilíbrio de uma pessoa, desde que dados suficientes estejam disponíveis. Esta é uma área muito complexa e está fora do escopo deste curso. No entanto, uma compreensão dos mecanismos e fatores envolvidos nos mecanismos de equilíbrio térmico é útil para entender a avaliação de questões de estresse térmico.

Em termos de avaliação ou avaliação de ambientes térmicos, há seis parâmetros que podem ser levados em conta. Dois destes estão associados com o indivíduo e quatro com o meio ambiente, a saber:

$$S = M - W + C + R + K_C - E$$

Onde: S = armazenamento, o que a longo prazo deve ser igual a 0
M = Metabolismo
W = trabalho externo feito
C = Convecção
R = Radiação
Kc = Condução
E = Evaporação

Os mecanismos de equilíbrio de calor ao longo de um período de tempo são afetados por 6 parâmetros, 2 associados com o indivíduo e 4 com o meio ambiente, a saber:

1	Índice de trabalho (isto é, atividade ou índice metabólico	Pessoa
2	Roupas	
3	Temperatura do ar	Ambiente
4	Temperatura radiante	
5	Velocidade do ar	
6	Condições de umidade	

15.3 Avaliando o ambiente térmico

15.3.1 Índice metabólico

Índice metabólico é expresso em watts (W) ou watts por metro quadrado de superfície corporal. Ele varia de cerca de 45 W/m2 em repouso, cerca de 70 W/m2 em pé até cerca de 500 W/m2 para a taxa típica de trabalho máximo. Índices metabólicos são muitas vezes estimados a partir de comparação da tarefa de trabalho com tabelas de tipos de atividades.

Atividade	**Índice metabólico (W/m^2 superfície corporal)**
Sono	43
Repouso	47
Sentado	60
Em pé	70
Caminhada lenta (2,5 kph)	107
Caminhada (5 kph)	154
Corrida (16 kph)	600
Corrida em alta velocidade (25 kph)	2370

15.3.2 Isolamento Pessoal

Isolamento pessoal (vestuário) – A resistência térmica da roupa é expressa como um valor Clo, onde 1 Clo = 0,155 Km^2/W. Isolamento pessoal tende a ser autorregulação em que as pessoas tendem a adicionar ou remover a roupa de acordo com seus próprios sentimentos de conforto. Tabelas de valores Clo típicos para conjuntos de vestuário estão disponível para referência.

Vestuário	Valor Clo
Nu	0
Shorts	0,1
Roupas leves de verão	0,5
Roupas típicas de ambientes fechados	1,0
Roupas pesadas	1,5
Roupas de inverno	3-4
Praticidade máxima	5

15.3.3 Duração da exposição

A duração da exposição a uma situação térmica pode, em muitos casos, ser variada quer voluntariamente ou por meio de regimes de trabalho/descanso reduzindo assim o risco de exposição prolongada ao calor ou frio. O período de descanso deve ser tomado preferencialmente em um ambiente menos extremo.

15.3.4 Temperatura de bulbo seco

Temperatura de bulbo seco (temperatura do ar) é medida por um termômetro com o sensor mantido seco e protegido do calor radiante.

Termômetro simples – A expansão térmica de líquido (mercúrio ou álcool) em um tubo capilar fino. É barato e pode ser preciso. Faixas de temperatura limitadas, frágeis, podem ser lentas na resposta.

Aparelhos elétricos – por exemplo, termistor ou termoacoplador, podem ser robustos precisos e convenientes. Muitas vezes construídos em dispositivos anemômetro ou termômetros.

15.3.5 Temperatura média radiante

Temperatura radiante média é a temperatura hipotética de um gabinete uniforme preto, que trocaria a mesma quantidade de calor radiante com o corpo como o recinto não-uniforme.

Pirômetros ou termopilhas – Dispositivos direcionais que, quando apontados para uma superfície de emissividade conhecida, podem ser usados para determinar a temperatura radiante dessa superfície. Com dados suficientes, a temperatura média radiante pode ser calculada.

Termômetro globo – Uma esfera de cobre preto com um termômetro simples projetando-se para seu centro. Quando a temperatura e velocidade do ar são conhecidas, a temperatura média da atmosfera pode ser calculada usando cálculos básicos, ou com a ajuda de nomogramas.

15.3.6 Velocidade do ar

O calor será removido do corpo por convecção, quando uma corrente de ar é passada sobre ele, a menos que a temperatura do ar seja maior do que a temperatura da pele. O movimento do ar também vai afetar a taxa de evaporação da umidade da pele, a menos que o ar seja 100% saturado, ou a sua pressão de vapor seja maior do que na superfície da pele.

Vane anemômetro – com "hélice"; direcional, elétrica ou mecânica. Pode ser usada para medir a flutuação, os fluxos unidirecionais de ar.

Anemômetro de resistência – dispositivo unidirecional sensível, frágil.

Termômetro kata – um álcool no termômetro de vidro com um bulbo grande prateado em sua base e uma lâmpada pequena para o topo. É aquecido até que o líquido se expanda para o bulbo superior, o calor é então removido para permitir que o fluxo de ar o esfrie. À medida que o líquido se contrai de volta para o bulbo inferior sua queda é cronometrada entre as duas marcas no caule. A velocidade do ar pode ser calculada a partir deste "tempo de resfriamento".

Fumaça de rastreamento – extremamente valioso para a visualização do fluxo de ar e medir velocidades muito baixas.

15.3.7 Conteúdo de umidade

Convecção e evaporação desempenham um papel importante na dissipação de calor do corpo e, assim, a temperatura e a umidade do ar são parâmetros importantes. Elas estão inter-relacionadas e o estudo de sua relação é conhecida como "psicometria".

A força motriz que faz a água evaporar é a diferença de "pressão de vapor" entre o ar e a superfície da água. A pressão de vapor máxima que pode ocorrer em qualquer temperatura é chamada de "saturação de pressão de vapor" e isso varia com a temperatura de acordo com a linha curva (100% de saturação) na carta psicométrica que mostra uma série de parâmetros, incluindo bulbo seco, bulbo úmido, teor de umidade e saturação percentual (umidade relativa). Esta curva é a base do gráfico psicométrico que mostra bulbo seco, bulbo úmido, conteúdo de umidade, saturação percentual (umidade relativa). O efeito da pressão de vapor de água sobre o meio ambiente é medido indiretamente através da medição do ponto de orvalho (a temperatura na qual o vapor de água condensa fora do ar), ou através da medição da depressão na temperatura de um termômetro de bulbo coberto por um pavio embebido de água.

Bulbo úmido natural – um termômetro simples cujo bulbo é coberto com um pavio de musselina umedecido em água destilada.

Bulbo úmido forçado – por exemplo, higrômetro giratório. Neste caso o movimento do ar de pelo menos 4 m/s é induzido sobre o pavio.

Nota: o bulbo úmido forçado é usado para o trabalho psicométrico, enquanto o bulbo úmido natural é usado para calcular índices de WBGT.

15.3.8 Monitoramento pessoal

Em condições térmicas extremas (calor) pode ser necessário efetuar o controle dos indivíduos – por exemplo, frequência cardíaca e temperatura central. Assistência médica deve ser procurada em tais circunstâncias.

15.4 Índices de estresse por calor

Nenhum dos parâmetros mencionados deve ser tomado isoladamente para representar uma condição térmica. Vários trabalhadores criaram índices para combinar alguns deles em um único valor a que uma norma possa ser aplicada. Alguns deles incluem:

- **Temperatura do Globo de Bulbo Úmido**: Um índice simples calculado a partir da medição do bulbo seco, bulbo úmido natural e temperaturas globo. O valor resultante pode então ser usado contra os dados publicados sobre os limites recomendados de trabalho e descanso.

- **HSI (Índice de Estresse por Calor de Belding e Hatch):** Calculado com uma série de medidas ambientais, bem como ritmo de trabalho e é frequentemente utilizado por engenheiros para avaliar o efeito da variação de um ou mais dos fatores incluídos neste índice.

- **P4SR (Índice de transpiração prevista de quatro horas):** Calculado a partir de gráficos e utilizado para avaliar limites fisiológicos. A taxa de sudorese máxima permitida para homens jovens em forma é de 4,5 litros em 4 horas, mas uma taxa abaixo de 2,7 litros de suor é preferencial.

15.5 Conforto térmico

O conforto térmico é muito subjetivo e as pessoas vão sentir de maneira diferente o que é o ambiente térmico 'ideal'. Questões de conforto térmico se manifestam em condições muito menos extremas do que aquelas que podem causar estresse térmico. Índices também foram gerados em uma tentativa de medir o conforto térmico, por exemplo, A Temperatura Efetiva Corrigida (TEC) e o Índice de Fanger.

15.6 Estresse causado pelo frio

O índice de sensação térmica se aplica à extremidade fria da escala e relaciona o efeito de resfriamento da temperatura do ar e velocidade do vento a uma temperatura equivalente em ar parado obtido a partir de um gráfico.

15.7 Controlar o ambiente térmico

Onde o conforto é a questão, é sempre bom ver que o ambiente térmico é o culpado. O que muitas vezes é uma reclamação sobre a “temperatura” pode ser causada por outros fatores, por exemplo, insatisfação geral, as queixas sobre os vizinhos e seus hábitos, ergonomia, etc.

Ao lidar com problemas de conforto térmico vale lembrar que é raro ser capaz de satisfazer todas as pessoas em todos os momentos devido às diferentes preferências individuais.

Ao compreender como o ambiente térmico afeta as pessoas, e dispor de dados sobre os parâmetros de interesse, é possível prever o efeito de modificar cada um desses parâmetros.

15.7.1 Modificação das condições de conforto

Separar as pessoas com os requisitos de roupas diferentes e níveis de atividade. Lidar com seus ambientes separadamente. (Soldadores e trabalhadores da montagem. Balconistas e clientes).

- Modificar roupas, atividades, ou padrões de comportamento.
- Modificar ambiente localmente, por exemplo, radiadores, circuladores de ar.
- Aquecer/ventilar ambiente total.
- Ar condicionado.

15.7.2 Modificação de ambientes quentes

Alterar o ambiente localmente. Modificar as condições radiantes por triagem, isolamento ou pintar superfícies radiantes com tinta de baixa emissividade. Radiadores frios. Aumentar a circulação do ar. Modificar padrões de comportamento, regimes de trabalho/descanso. Fornecer refúgios climatizados. Aumentar a distância dos "pontos quentes" locais. Resfriamento do ar. Desumidificação. Vestuário de proteção. Fornecer água potável e dar tempo para que os funcionários se aclimatem após pausas.

15.7.3 Modificação de ambientes frios

Fornecer vestuário de proteção seca, prestando especial atenção à cabeça e extremidades. Fornecer instalações climatizadas para troca se as roupas ficarem molhadas.

- Modificar padrões de comportamento.
- Alterar ambiente localmente, radiadores, etc.
- Aquecer o ambiente total.

15.8 Problemas ambientais específicos

15.8.1 Componentes altamente radiantes

Se a temperatura radiante for elevada e exceder a temperatura de bulbo seco, então o componente radiante que contribui para o meio ambiente provavelmente dominará. A alta temperatura média radiante pode ocorrer por uma variedade de razões cada uma das quais pode exigir uma solução diferente.

Em alguns locais de trabalho todas as superfícies em torno do trabalhador, tais como paredes, chão e teto e itens de instalações e equipamentos podem ter uma temperatura de superfície vários graus acima da do ar do ambiente. Estas condições podem ocorrer em salas de caldeiras, motores e casas de compressor, estações geradoras e no interior dos veículos militares, como tanques e aviões. Edifícios leves ao sol forte também podem ter propriedades semelhantes. Nestes casos, seria impraticável proteger o trabalhador da fonte, uma vez que ocorre de todos os lados. Se a temperatura de bulbo seco do ar está abaixo da temperatura da pele, então um simples aumento da velocidade do ar pode aliviar a situação. Se a velocidade do ar já for alta, ou se há outras boas razões, pode ser necessário usar o ar-condicionado com resfriadores de ar, ou se a temperatura de bulbo úmido for muito baixa, coolers de evaporação. No caso de aeronaves militares os pilotos usam conjuntos de vestuário refrigerado e esta solução poderia ser aplicada em outros lugares.

Blindagem da fonte de calor radiante é adequada para as condições encontradas na fundição de metais, áreas de forno, fabricação de aço e fundição, onde algumas superfícies têm temperaturas extremamente altas, especialmente em fundições e quando metal vermelho ou branco quente é manuseado. Determinadas situações ao ar livre na luz solar direta, especialmente nos trópicos secos, têm um componente radiante semelhante. Muitas vezes, nestas condições, a temperatura de bulbo seco é muito alta para que um aumento da velocidade do ar seja eficaz. Ar condicionado (refrigeração) pode ser usado, mas muitas vezes a fonte de calor radiante é muito mais intensa do que o máximo efeito de resfriamento do ar refrigerado fornecido, de modo que blindagem ou uso roupa que reflete calor é mais adequado. Há uma tendência de que o calor de blindagem absorva o calor, eleve a temperatura e, assim, torne um emissor de calor. Para minimizar isso, o escudo deve ter superfícies muito refletoras ou ser arrefecido por ar ou água. O mesmo é verdadeiro para roupa. Infelizmente, escudos restringem a visibilidade e acessibilidade ao trabalho e prestação deve ser feita para isso. Furos para a visibilidade podem ser cobertos com vidro que reflete o calor, enquanto os problemas de manipulação manual podem ser facilitados pelo uso de dispositivos de controle remoto.

15.8.2 Condições de alta umidade

Em lavanderias e algumas minas, bem como em processos de fabricação de produtos têxteis e alguns outros, a temperatura de bulbo seco é alta e a temperatura de bulbo úmido é próxima a ela. Isso é indicativo de alta umidade.

Muitos lugares nos trópicos úmidos têm condições semelhantes de ambiente. Um suprimento de ar desumidificado, a partir de sistemas de ar condicionado, em muitas situações industriais está limitado a uma área não muito maior do que a área de injeção de abastecimento, no entanto, se este jato de ar é projetado em uma área ocupada, então o aumento da velocidade do ar sobre os trabalhadores pode ser eficaz para melhorar o conforto e aliviar o estresse.

15.8.3 Condições secas e quentes

Estas condições podem ocorrer em minas profundas e secas, no interior de edifícios nos trópicos secos e em muitos processos industriais onde o calor é emitido a partir de itens de máquinas e instalações. A solução mais simples é aumentar a velocidade do ar sobre o trabalhador, mas se isso for impraticável, outras medidas como a introdução de ar resfriado podem ser necessárias.

16 INTRODUÇÃO À RADIAÇÃO DE ILUMINAÇÃO E NÃO-IONIZANTE

Os vários tipos de radiação não-ionizante e ionizante são explicados, os efeitos da exposição excessiva discutidos e a avaliação e controle de aspectos delineados.

16.1 Introdução

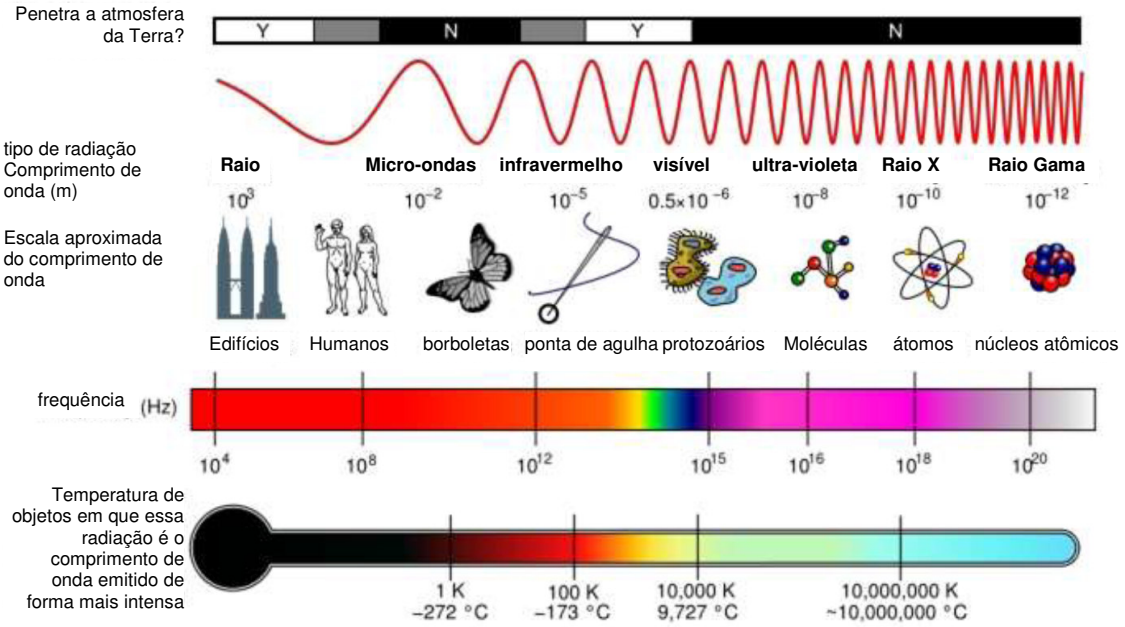
Ondas eletromagnéticas são produzidas pelo movimento de partículas eletricamente carregadas. Estas ondas são também chamadas de "radiação eletromagnética", porque irradiam a partir de partículas eletricamente carregadas. Elas viajam através do espaço vazio, bem como através do ar e podem penetrar em algumas outras substâncias. Ondas de rádio, micro-ondas, luz visível e raios X são exemplos de ondas eletromagnéticas.

Tal como acontece com a energia do som, a radiação eletromagnética pode ser descrita em termos de sua frequência (ou comprimento de onda) e sua intensidade. A frequência (Hz) é inversamente proporcional ao comprimento de onda (nm), de modo que frequências mais altas têm comprimentos de onda mais curtos:

$$f \propto \frac{1}{L}$$

Onde: L = comprimento de onda e f = frequência

A intensidade (mW/cm^2) é expressa em termos da quantidade de energia incidente sobre uma unidade de área. Esta intensidade varia inversamente como o quadrado da distância da fonte. O espectro eletromagnético cobre uma ampla gama de frequências. Termos tais como luz visível, micro-ondas e infravermelho são usados para descrever as diferentes partes do espectro.



Fonte: Governo Federal Norte-Americano através do Wikimedia commons

Figura 16.1 – O Espectro eletromagnético

O espectro eletromagnético pode ser dividido em dois em um comprimento de onda de aproximadamente 10nm, que distingue a RADIAÇÃO NÃO-IONIZANTE da RADIAÇÃO IONIZANTE. A luz visível, infravermelha e as micro-ondas são tipos de radiação não-ionizante. Os raios X e os raios Gama são exemplos de radiação não-ionizante. A distinção entre radiação não-ionizante e radiação ionizante é simplesmente uma distinção da energia associada. Para a região ionizante do espectro eletromagnético, a energia incidente sobre um material é grande o suficiente para remover um elétron de uma órbita atômica a fim de produzir ionização, considerando que para a região não-ionizante a energia não é normalmente suficiente para produzir pares de íons. A radiação ionizante será coberta no Capítulo 17.

16.2 Tipos de radiação não-ionizante

16.2.1 Radiação ultravioleta (UV)

A ultravioleta é radiação invisível produzida naturalmente pelo sol (radiação solar) e artificialmente na indústria através de arcos (por exemplo, soldagem) que opera em altas temperaturas. A luminária fluorescente comum gera uma boa quantidade de radiação UV dentro da lâmpada, mas é absorvida pelo revestimento de fósforo fluorescente, que fluorece emitindo uma radiação visível de comprimento de onda mais longo.

A radiação ultravioleta é prontamente absorvida pelo tecido humano, e, portanto, os olhos e a pele são particularmente vulneráveis. A exposição mais comum é ao sol, a qual pode causar queimaduras solares, e em circunstâncias severas, a formação de bolhas na pele. A exposição prolongada da pele pode resultar em envelhecimento prematuro e espessamento da pele (queratose) da pele. O mais sério é o câncer de pele, que é agora o tipo de câncer mais comumente diagnosticado. O melanoma, causado pelo dano às células de melanina na pele, é a forma mais séria. De acordo com as estimativas da Organização Mundial de Saúde, 132.000 casos de melanoma maligno (66.000 mortes) e mais de 2 milhões de casos de outros câncer de pele ocorrem anualmente. É o câncer mais comum na população jovem (grupo etário de 20 – 39 anos) e estima-se que aproximadamente 85% dos casos sejam causados por exposição excessiva à luz solar. Isso tem implicações para a exposição ocupacional dos trabalhadores ao ar livre, incluindo jardineiros e trabalhadores da construção. Além do mais, a exposição a algumas substâncias utilizadas no trabalho, tais como alcatrão mineral ou cresóis encontrados no alcatrão para pavimentação, podem tornar a pele excepcionalmente sensível ao sol.

Fonte: Wikimedia Commons

Figura 16.2 – Melanoma

A exposição excessiva dos olhos produz conjuntivite, uma irritação dolorosa e atrasada, semelhante à sensação de areia nos olhos. Os soldadores a experimentam como “olho de arco” e uma condição semelhante ocorre em “cegueira da neve”. A longo prazo, o dano ocular pode levar à formação de catarata.

Fonte: Michael H. Wong, licenciado sob a Atribuição de *Creative Commons* -ShareAlike 3.0

Figura 16.3 – Conjuntivite

A radiação ultravioleta é subdividida em três faixas de comprimento de onda decrescente; UVA sendo o comprimento de onda mais longo, UVC sendo o comprimento de onda mais curto e UVB sendo o intermediário. Quanto maior o comprimento da onda menor a energia associada à radiação e menor o dano que causa ao corpo. Por exemplo, a UVA é o tipo de luz utilizado nas “luzes negras” e não é responsável pelo câncer de pele.

16.2.2 Radiação infravermelha (IV)

A radiação IV é emitida por corpos quentes, por exemplo, altos fornos e maçaricos a gás. Seu efeito primário é o aquecimento dos tecidos superficiais. A exposição excessiva ao calor radiante produzirá desconforto imediato e, portanto, um alerta adequado de dano iminente é fornecido, normalmente antes que a queimadura possa ocorrer. No entanto, os olhos não possuem esse mecanismo de aviso antecipado e a exposição excessiva pode resultar em danos à lente intraocular e formação de catarata; dano à retina também pode ocorrer.

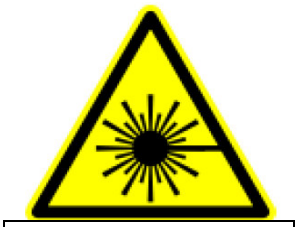
16.2.3 Radiação laser

O nome laser é uma sigla para “*Light Amplification by Stimulated Emission of radiation*” (amplificação da Luz por emissão estimulada de radiação). As máquinas de laser emitem um feixe concentrado de radiação não-ionizante – de um comprimento de onda único ou de uma faixa de comprimento de onda

estreita – na região visível e na região infravermelha do espectro eletromagnético e são potencialmente prejudiciais, particularmente aos olhos, por serem de alta intensidade e os raios paralelos podem estar focados em um ponto da imagem pelo olho. A faixa de dano varia de queimaduras reparáveis a cegueira permanente.

A formação de catarata também pode ocorrer. Os lasers possuem um uso bastante difundido, por exemplo, nas comunicações, construção, aplicações médicas, pesquisa, inspeção.

Os lasers foram classificados por comprimento de onda e poder de resultado máximo em quatro classes e em umas poucas subclasses de acordo com a norma IEC60825-1. As classificações estão resumidas brevemente na tabela abaixo.



Rótulo de advertência para Classe 2 e superior

Tabela de classes de laser

Classe 1	Seguro.
Classe 1M	Seguro desde que instrumentos ópticos não sejam utilizados.
Classe 2	Lasers visíveis. Seguro para exposição acidental.
Classe 2M	Lasers visíveis. Seguro para a exposição acidental desde que instrumentos ópticos não sejam usados.
Classe 3R	Não-seguro. Baixo risco.
Classe 3B	Perigoso. A visualização da reflexão difusa é segura.
Classe 4	Perigoso. A visualização da reflexão difusa também é perigosa. Risco de incêndio.

16.2.4 Radiação de micro-ondas

As micro-ondas são produzidas por vibração molecular em corpos sólidos e normalmente são descritas pela frequência de ondas geradas. Os exemplos das fontes de energia de micro-ondas são antenas transmissoras e aplicações médicas. O efeito principal sobre o corpo é térmico, e dessa forma, as micro-

ondas de determinadas frequências encontraram emprego como um meio rápido para o cozimento de alimentos. Portanto, o risco principal é de queimadura térmica da pele e dos olhos. A exposição prolongada a um baixo nível de radiação de micro-ondas tem estado relacionada a dores de cabeça, sonolência, irritabilidade, fadiga e perda de memória.

As micro-ondas são amplamente usadas em aplicações como computação sem fio e redes de telefonia celular. Foi levantada uma grande preocupação a respeito da possibilidade de efeitos sérios à saúde a longo prazo, assim como câncer. No entanto, a pesquisa não conseguiu demonstrar tal relação de forma conclusiva.

16.2.5 Outros efeitos da radiação não-ionizante.

O ozônio pode ser produzido como um resultado de descargas elétricas ou de ionização de fontes de radiação não-ionizantes no ar circundante, por exemplo, ultravioleta, laser de alta potência, micro-ondas, e a exposição de curta duração superior a uns poucos décimos de ppm podem resultar em desconforto (dor de cabeça, secura das membranas mucosas e garganta).

16.3 Avaliação da radiação não-ionizante

Medidores manuais portáteis estão disponíveis para medição de NIR. Eles incorporam um material foto emissor adequado (por exemplo, UV, visível ou IR) de forma que a radiação incidente libera elétrons da superfície. Esses elétrons são coletados por ânodo e colocados em um fluxo como uma corrente elétrica que é medida por um amperímetro adequadamente calibrado (vide abaixo).

Os dados de radiação obtidos são avaliados contra os limites de exposição ocupacional apropriados. Na realidade, a ACGIH (Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais) adotou ou propôs TLVs (Limites de Exposição Ocupacional) para cada um dos seguintes:

- Radiação ultravioleta
- Radiação infravermelha visível e próxima
- Radiação do Laser
- Radiação de micro-ondas e de radiofrequência

Os limites de intensidade de radiação são expressos em mW/cm^2

16.4 Iluminação

16.4.1 Reconhecimento

A porção de radiação visível do espectro eletromagnético é estreita, variando entre 400 e 700 nm. É a sensibilidade dos olhos a essa radiação visível que nos permite enxergar. Em termos de higiene ocupacional, estamos preocupados com a sensação subjetiva de conforto visual, e boa iluminação que é descrito em termos de quantidade e qualidade da iluminação.

Quantidade – Essa é a quantidade de iluminação sobre a tarefa. Ela é medida em lux e deve ser suficiente para o trabalhador empreender a tarefa.

Qualidade – é a adequabilidade da iluminação, por exemplo, a distribuição de brilho em um ambiente visual, a cor da luz, sua direção, difusão e o grau de clarão.

O tipo menos desejável de iluminação é aquele de uma única lâmpada no meio da sala. Um menor contraste e uma maior visibilidade resultarão de um maior número de fontes de iluminação por todo o teto.

Em geral, para cada tarefa visual executada, uma determinada quantidade mínima de luz que chega sobre cada área da unidade do objeto em vista é necessária, dependendo principalmente da natureza do trabalho que está sendo empreendido. Pouca luz pode levar à fadiga visual e dores de cabeça, luz excessiva pode resultar em brilho ofuscante. A diretriz sobre os valores de iluminação de serviço recomendados está fornecida no Código da Instituição dos Engenheiros de Serviços de Construção (Código CIBSE) no Reino Unido, e pela Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento e Ventilação (ASHRAE) nos EUA.

A iluminação nas diversas áreas das fábricas e escritórios pode ser classificada de acordo com três categorias:

- Iluminação local
- Iluminação localizada
- Iluminação geral

A pesquisa demonstrou que as condições de iluminação favoráveis existem quando a iluminação da tarefa é aproximadamente três vezes superior àquela das proximidades imediatas, e quando as proximidades imediatas possuem aproximadamente três vezes a iluminação da sala de trabalho em geral. Uma boa iluminação possui um efeito psicológico benéfico sobre a força de trabalho e sua produtividade.

16.4.2 Avaliação da iluminação

O instrumento mais utilizado normalmente para a medição da iluminação é um medidor de fotoelétrico (frequentemente denominado medidor 'lux'). Quando a luz é incidente sobre a célula fotoelétrica, a energia na radiação é convertida em energia elétrica e a corrente produzida é registrada em um medidor calibrado em lux. Ela possui um filtro embutido que automaticamente aplica o fator de correção necessário quando a luz do dia, a luz da lâmpada de mercúrio ou a luz fluorescente deve ser medida, e tem a 'cor corrigida' para responder ao olho humano. Os resultados quantitativos obtidos são avaliados em termos de critérios de diretrizes apropriados tais como aqueles recomendados pela CIBSE ou ASHRAE.

16.4.3 Brilho ofuscante

O brilho ofuscante pode ser definido como qualquer brilho dentro do campo de visão onde tal caráter causaria desconforto, incômodo, interferência na visão ou fadiga visual. Três tipos distintos de brilho ofuscante podem estar presentes separadamente ou em combinação.

Brilho ofuscante incapacitante. Esse irá afetar a capacidade de enxergar claramente, por exemplo, farol dianteiro de um carro em um ângulo alto carro ou a luz do sol que reflete de uma superfície molhada.

Brilho ofuscante causador de desconforto. Esse efeito aumenta com o tempo, por exemplo, uma parte de uma cena visual (janelas durante o dia, iluminação à noite) pode ser brilhante demais comparada ao cenário de fundo.

Brilho ofuscante refletido. Esse é visto em superfícies brilhantes ou polidas que refletem uma imagem mais ou menos distorcida de uma luz brilhante, acessório ou janela. Isso pode ser irritante ou incapacitante, por tornar difícil ou impossível enxergar qualquer coisa que esteja abaixo.

16.4.4 Boa iluminação

As diretrizes gerais para projetar a iluminação de quantidade suficiente e qualidade adequada são:

- Considerar a iluminação no estágio do projeto de qualquer edifício ou local de trabalho.

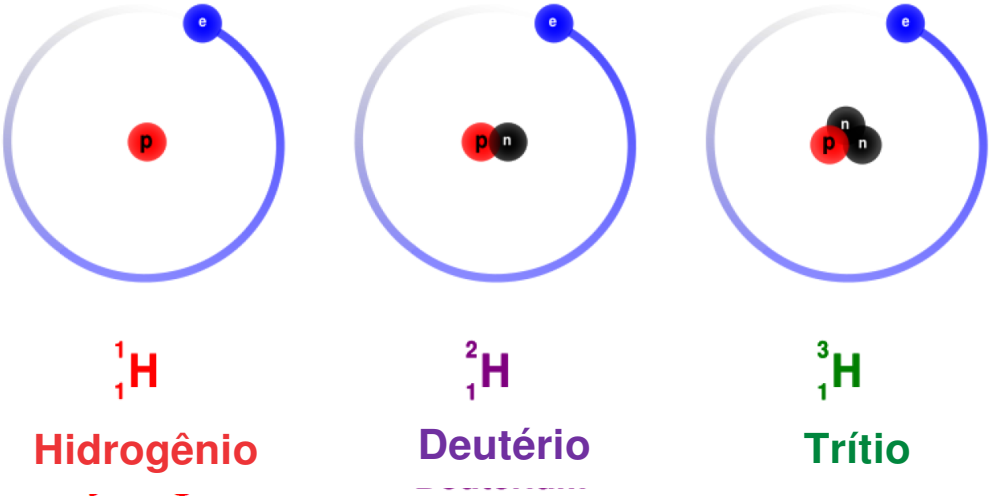
- Projetar para níveis de iluminação suficiente de acordo com a diretriz estabelecida, assim como o Código CIBSE
- Integrar a luz do dia e a luz artificial
- Evitar o brilho ofuscante
- Minimizar as centelhas
- Assegurar a manutenção adequada de superfícies com brilho ofuscante e luminárias.

17 RADIAÇÃO IONIZANTE

17.1 Caráter

É possível explicar muitos fenômenos de escala atômica ao assumir que todos os átomos são compostos de três partículas fundamentais. Essas partículas são denominadas elétrons, prótons e nêutrons. A combinação atômica mais simples é formada por um elétron e um próton – o átomo de hidrogênio. Em geral, no entanto, uma série de elétrons de carga negativa giram em determinadas órbitas permitidas em torno de um núcleo central que é composto de um número igual de prótons de carga positiva e alguns nêutrons. Os nêutrons não possuem carga e o número igual de elétrons e prótons assegura a neutralidade da carga do átomo completo, uma vez que a carga deles é igual em magnitude, porém oposta em sinal.

O diagrama abaixo ilustra isso para três variantes do átomo de hidrogênio, as quais possuem números distintos de nêutrons. Tais variantes são denominadas isótopos.



Fonte: Modificado de Dirk Hünniger, licenciado sob a Atribuição Creative Commons ShareAlike 3.0

Figura 17.1 – Isótopos de hidrogênio

A radiação ionizante refere-se a partículas de radiação ou radiação eletromagnética as quais possuem energia suficiente para afetar átomos diretamente, ou seja, 'ionizá-los', ou seja, para criar partículas carregadas ou "íons", quando eles interagem com a matéria. Há cinco tipos diferentes de radiação, a saber: alfa (α), beta (β), nêutrons (n),Os três primeiros tipos dessas

partículas e os últimos são exemplos de radiação eletromagnética. Os detalhes são fornecidos na Tabela abaixo.

Tipo	Símbolo	Caráter	Carga	Massa Relativa	Faixa no Ar	Penetração
alfa	α	particulado (Núcleo do hélio)	+ +	4	0.4 – 2 cm	Nenhuma
beta	β	particulado (elétron)	-	1/1800	5-20 cm	Leve
nêutron	n	particulado (nêutron)	0	1	longo	Alta
gama	γ	eletromagnético	0	0	v.longo	Alta
Raio X	χ	eletromagnético	0	0	v.longo	Alta

17.2 Radionuclídeos

A radiação ionizante é emitida a partir de núcleos instáveis os quais se decompõem com a emissão de energia. Esses são conhecidos como núcleos radioativos (radionuclídeos)

Um radionuclídeo perde sua radioatividade por decomposição. A decomposição é estática por natureza, ou seja, é impossível prever quando um átomo em particular irá se desintegrar, mas sabe-se certamente que uma proporção da radioatividade irá desaparecer em um determinado momento. Essa taxa de decomposição é caracterizada por uma meia vida específica que é única para cada radionuclídeo e é inalterável. A meia vida é o período durante o qual metade da radioatividade do radionuclídeo desaparece e é constante e frequentemente escrita como $t_{1/2}$.

O símbolo de trevo é utilizado para indicar material radioativo.

17.2.1 Unidades da radiação ionizante

As unidades para a medição da radiação são relativamente complexas. A maioria dos países agora utiliza o Sistema Internacional de Unidades (abreviado SI do francês – *le Système International d'Unités*) que é a forma moderna do sistema métrico. No entanto, os EUA continuam a utilizar um sistema mais antigo para alguns fins regulamentares. Ambos os métodos estão resumidos abaixo para referência:

Atividade (Becquerel)

A unidade do SI para a atividade de um material radioativo é o becquerel (Bq), onde um Becquerel = 1 desintegração por segundo.

A unidade tradicional de atividade tem sido o Curie (Ci), onde um Curie =3.7 x 10^{10}desintegrações por segundo.

Dose Absorvida (Gray)

Esta é uma medição da energia transmitida para a matéria através da radiação ionizante por massa de unidade do material. A unidade do SI da dose absorvida é o gray (Gy) que é igual a uma absorção de energia de 1 joule/Kg.
A unidade tradicional da dose absorvida é o rad, onde 1 Gray = 100 rads

Dose Equivalente (Sievert)

Doses absorvidas iguais nem sempre darão origem a riscos iguais de qualquer efeito biológico. A eficácia biológica relativa de uma dose absorvida em particular pode ser afetada pelo tipo de radiação ou pelas condições de radiação. Dessa forma, a dose equivalente pode ser expressa como:

Dose equivalente (Sievert) = Dose absorvida (Gray) x Fator modificador.

O fator modificador depende tanto da 'qualidade' da radiação (que é 1,0 para radiações de energia mais baixas, mas sobe para 20 para fragmentos de fissão de energia altos) e a parte do corpo afetado.

A unidade tradicional é o rem onde 1 sievert = 100 rem.

17.3 Radiação externa e interna.

Ao discutir os aspectos de exposição à radiação ionizante e o controle de qualquer risco para a saúde, é importante distinguir entre radiação externa e radiação interna.

Um risco de radiação externa é aquele de fontes de radiação fora do corpo de energia suficiente para penetrar as camadas externas da pele. Um resumo dos efeitos da exposição, princípios de controle e tipos de monitoramento está estabelecido abaixo:

Os efeitos da exposição externa podem ser resumidos como:

α Perigo mínimo

β Pele e olhos em risco

γχ Corpo inteiro em risco (radiação penetrante)

Um **risco de radiação interna** surge quando o corpo é contaminado com um isótopo radioativo. A presença de material radioativo no corpo é frequentemente um problema mais sério do que a exposição à radiação externa, uma vez que o material radioativo:

- está em contato íntimo com os tecidos e órgãos do corpo (lembre-se da lei da inversão do quadrado)
- não pode ser removido ou protegido (irradia-se pelo corpo 168 horas /semana).

A entrada no corpo pode ocorrer através de inalação, ingestão, ou absorção

pela pele. Nessa situação, os efeitos de exposição são:

α Perigo muito sério

β Perigo sério

γχ normalmente não-aplicável

17.4 Níveis de Radiação

Todos estamos expostos à radiação de fontes naturais, bem como àquela encontrada durante o trabalho. O Los Alamos National Laboratory nos EUA fornece uma ferramenta on-line que permite a você calcular sua dose de radiação anual, vide: http://newnet.lanl.gov/info/dosecalc.asp (acessado em fevereiro de 2010). Ela leva em conta:

- A radiação cósmica que aumenta com a altura acima do nível do mar.
- O material do qual sua casa é feita.
- O tempo gasto em aeronaves.
- Fumo
- Raios x de uso médico
- Outros fatores de estilo de vida.

17.5 Efeitos biológicos da radiação ionizante.

A exposição do tecido vivo à radiação ionizante resulta em dano às células componentes. Tal dano por radiação pode ser útil para a humanidade (assim como no tratamento de câncer sob condições controladas cuidadosamente), mas sob a maioria das condições deve ser evitado o máximo possível. Os possíveis efeitos estão resumidos na tabela abaixo.

Efeitos agudos	Efeitos crônicos
Eritema Alteração sanguínea Esterilidade Morte	Câncer Defeitos hereditários

Todas as formas de radiação ionizante produzem o mesmo tipo de ferimento nos tecidos radiados. No entanto, a eficiência com que as reações do tecido são produzidas varia com a densidade da ionização no caminho da radiação. Radiações particuladas tais como partículas alfa ou nêutrons que produzem faixas muito próximas de íons são mais danificadoras por unidade de energia absorvida do que é a radiação eletromagnética tais como raios gama ou raios X, que causam uma ionização mais difusa.

Uma vez que raios cósmicos bombardeiam toda a superfície da terra e elementos radioativos que ocorrem normalmente existem em todas as partes, uma certa exposição mínima à chamada radiação “de fundo” é inevitável. Em algumas regiões, o gás radão radioativo ocorre naturalmente em leitos de rocha assim como granito. Ele pode expor mineradores que trabalharem no subsolo e pode se acumular nos porões de edifícios, os quais podem necessitar de ventilação especial.

Devido ao uso de materiais radioativos na indústria e ao uso de radiações ionizantes na medicina e na indústria, alguns grupos de pessoas estão expostos a níveis elevados de radiação.

17.6 Usos da radiação

Industrial

- Medidores – radiação (α, β, χ, nêutrons) pode ser utilizada para medir a espessura, densidade nível de umidade.
- Radiografia Industrial – verificação da integridade de soldas (γ, χ).
- Técnicas Analíticas Laboratoriais – deflação do raio X e fluorescência
- Rastreadores – Radionuclídeos são utilizados na determinação do resultado, testes de desgaste, investigações do reservatório de água e óleo.

Médico

- Raios X diagnósticos
- Exames médicos por imagem – radionuclídeos são algumas vezes utilizados como marcadores.
- Tratamento de câncer – que utiliza radionuclídeos para destruir tumores.

17.7 Medição da radiação

As medições da radiação podem ser empreendidas em uma série de formas distintas para medir diferentes coisas.

Radiação emitida: Os contadores Geiger e contadores de cintilação podem ser utilizados para medir os níveis de radiação de fontes particulares. Frequentemente os dispositivos são específicos para o tipo de radiação que está sendo medida.

Dose de radiação: Diversos dispositivos podem ser utilizados para medir a dose pessoal. É importante diferenciar entre a dose interna (aquela que uma pessoa assimila em seu corpo por meio de rotas tais como a respiração) e a dose externa (recebida simplesmente em virtude de estar em um ambiente onde a radiação esteja presente).

A dose externa pode ser medida utilizando-se uma gama de dosímetros. Os dosímetros de câmara de íons lembram canetas, e podem ser presos às roupas de uma pessoa. Os dosímetros em crachás de película envolvem uma parte de filme fotográfico que ficará exposto à medida que a radiação passar por ele.

A medição da dose interna envolve o uso de bombas de amostragem que coletam o material radioativo a ser medido para radiação.

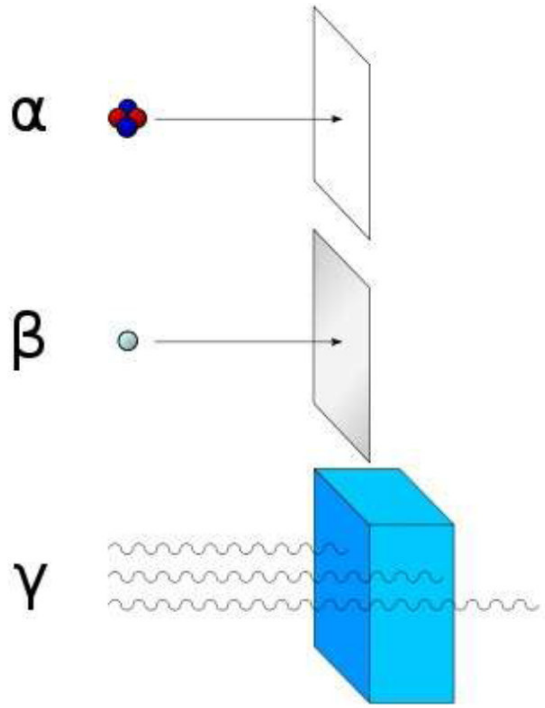
17.8 Proteção radiológica

O controle da exposição à radiação pode ser dividido em quatro abordagens principais. Na prática, uma combinação de todas essas abordagens de controle frequentemente é aplicada.

Tempo: A limitação ou a minimização da quantidade de tempo ao qual as pessoas estão expostas à radiação irá reduzir a dose que elas recebem.

Distância: A intensidade da radiação diminui consideravelmente com a distância, de acordo com a lei da inversão do quadrado. Além disso, até mesmo o ar atenua a radiação alfa e beta.

Proteção: As partículas alfa podem ser completamente detidas por uma folha de papel, as partículas beta por uma proteção de alumínio. Os raios gama somente podem ser reduzidos por barreiras muito mais substanciais. As barreiras composta de chumbo, concreto ou água proporcionam uma proteção eficaz das partículas energéticas tais como raios gama e nêutrons. Alguns materiais radioativos são armazenados ou manuseados sob a água ou por controle remoto em salas construídas de concreto espesso ou revestidas com chumbo.



Fonte: Wikmedia Commons licenciado sob a Atribuição Creative Commons ShareAlike 3.0

Figura 17.2 – Eficácia da proteção.

Contenção: Os materiais radioativos podem ser utilizados em “fontes seladas” para evitar que se espalhem. Pequenos espaços de trabalho, áreas segregadas e ventilação controlada também são utilizados para conter a liberação de materiais radioativos.

Em muitos países, a função da proteção radiológica é executada por um especialista que possua habilidades e qualificações reconhecidas. Por exemplo, no Reino Unido, o Executivo de Saúde e Segurança especifica o nível de qualificação necessária para se tornar um “Consultor de Proteção Radiológica”.

17.9 Vigilância de saúde

A natureza da radiação é tal que os funcionários que trabalham com radiação normalmente estão sujeitos a alguma forma de vigilância de saúde, incluindo monitoramento biológico. Os funcionários que trabalham em áreas controladas normalmente estariam sujeitos a:

- Preenchimento de um questionário
- Um exame de sangue
- Exame de urina
- Verificação da pressão sanguínea
- Verificação de peso e altura
- Discussão geral sobre a saúde.

18 INTRODUÇÃO À ERGONOMIA

18.1 Introdução

A ergonomia está relacionada às interações das pessoas com as máquinas que operam e seu ambiente de trabalho. Ela tem a finalidade de maximizar o desempenho humano e minimizar o desconforto, insatisfação e o risco de lesão músculoesquelética.

Simplesmente, a ergonomia trata-se de ajustar a tarefa ao trabalhador. Se a combinação não for boa, a melhor solução consiste em reprojetar as tarefas do trabalho a fim de torná-las mais compatíveis com as características humanas. É menos eficaz tentar mudar as características do funcionário, por exemplo, melhorar a seleção e treinamento.

Um bom ajuste entre os fatores tecnológicos, organizacionais e humanos é claramente a meta se um bom desempenho do negócio deve ser fornecido. Se esses fatores puderem ser equilibrados, haverá uma melhora na produtividade, resultando em uma vantagem competitiva juntamente com benefícios para a saúde e segurança.

Portanto, o escopo da ergonomia é muito amplo. Algumas atividades comuns onde a ergonomia é importante são:

- manuseio manual de cargas;
- tarefas que envolvam ações repetitivas;
- a utilização de equipamentos de tela de exibição, assim como ao trabalhar com computadores.

Essas aplicações da ergonomia estão discutidas abaixo mais detalhadamente. Além disso, a ergonomia está intimamente associada ao estudo dos erros humanos. Os erros tendem a acontecer quando a capacidade de um indivíduo de lidar com as demandas de uma tarefa ou situação é excedida. Isso pode ser causado por uma interface homem-máquina mal definida, por falta de treinamento ou competência, ou por fatores psicológicos tais como estresse ou fadiga. Os erros podem resultar em acidentes, doença ou perda de produtividade. Por esse motivo, nos EUA, a ergonomia é frequentemente denominada “fatores humanos” e o termo é interpretado de forma mais ampla do que neste capítulo. Iremos discutir o erro humano, comportamento e organização do trabalho mais detalhadamente nos capítulos posteriores.

A ergonomia é um campo multidisciplinar de estudo, que se baseia na biomecânica, fisiologia, anatomia psicologia, física, segurança e engenharia. Ela é baseada em fatos, orientada a soluções e deveria estar totalmente integrada aos processos de gerenciamento de uma organização.

18.2 Avaliação de risco do local de trabalho

O ponto de partida para uma avaliação de fatores ergonômicos é uma avaliação do local de trabalho. Ela deve abordar:

- **Hardware**, por exemplo, projeto e layout dos controles da máquina, facilidade de manutenção, e segurança do maquinário (grade de proteção, travamentos, etc.).
- **Software**, por exemplo, procedimentos operacionais-padrão e instruções, manuais e programas para computador.
- **Espaço de trabalho**, por exemplo, projeto de exibição/tarefa, layout de exibição, carga de informações, uso de símbolos.
- **Organização**, por exemplo, método de trabalho, conteúdo do trabalho (grau de variedade da tarefa e controle pessoal), taxa de trabalho, satisfação, comunicação, relatório, sistemas de levantamento, gerenciamento de conflitos, etc.
- **Espaço de trabalho físico,** por exemplo, acesso, folga, assento, posição de trabalho, alcance, organizações de armazenamento, manutenção, etc.
- **Ambiente físico**, por exemplo, temperatura, barulho, iluminação, vibração, substâncias prejudiciais à saúde, etc.
- **Características individuais,** por exemplo, tamanho do corpo (antropometria), força, resistência, habilidade, treinamento, motivação, atitude, etc.

Para avaliações detalhadas pode ser necessária envolver um ergonomista. Os ergonomistas desenvolveram formas de medir o esforço ergonômico e possuem modelos preditivos para lidar com as tarefas físicas. Normalmente é útil gravar em vídeo a tarefa que está sendo executada de forma que possa ser reproduzida novamente para análise.

18.3 Movimentação manual.

A movimentação manual o significa transporte ou suporte de uma carga (incluindo levantar, abaixar, empurrar, puxar, carregar ou mover) com as mãos ou uso de força corporal.

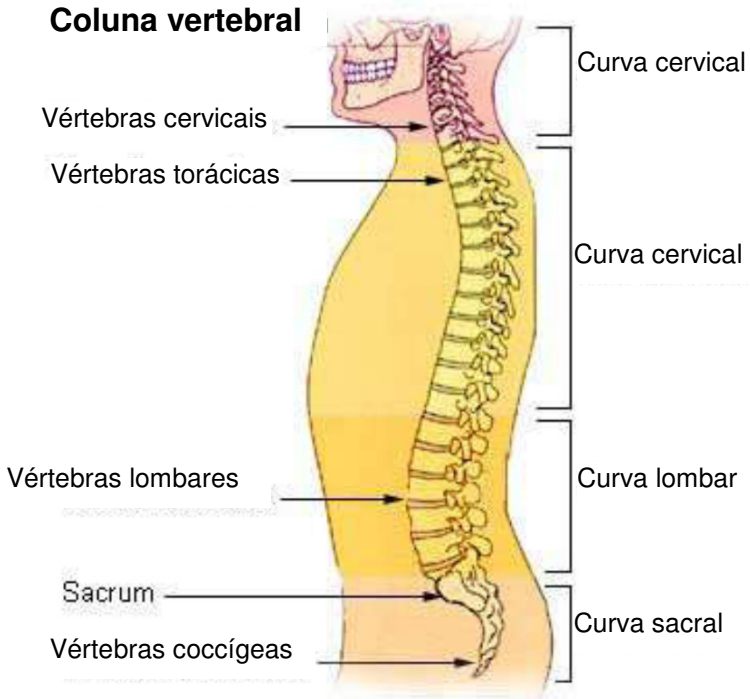
Uma alta proporção de acidentes e uma quantidade significativa de prejuízos à saúde estão associados a essas operações de movimentação manual. A maioria dos acidentes de movimentação manual reportados são distensão ou estiramentos, muito normalmente nas costas. Essas desordens músculoesqueléticas surgem da aplicação incorreta e/ou da prolongação da força corporal. Uma postura ruim e a repetição extensa do movimento podem ser fatores importantes para seu início. Outros tipos de lesão associadas às operações de movimentação manual incluem fraturas, cortes, contusões, amputações e ferimento térmico.

Muitas lesões de movimentação manual tendem a ser de origem cumulativa, e não-atribuíveis a qualquer incidente de manuseio isolado. Uma recuperação completa nem sempre ocorre e o resultado pode ser limitação física ou até mesmo incapacidades permanentes. Portanto, os custo para o indivíduo e para o empregador são de longo alcance. Então nossa estratégia para evitar a lesão deve ser preventiva e não-reativa.

18.3.1 As costas

A espinha é um exemplo soberbo e complexo da excelência de engenharia, não apenas do sistema de suporte central do corpo e proteção à medula espinhal, mas essencial para o caminhar e para muitos outros movimentos corporais. No entanto, assim como qualquer outra estrutura de engenharia, ela não responde bem à sobrecarga ou tratamento indevido, seja na forma de sobrecarga dinâmica repentina, sobrecargas repetitivas ou desempenho fora de seus parâmetros de projeto.

A espinha compreende vinte e quatro segmentos ósseos (vértebras) com cinco segmentos fundidos que formam o sacro e três a cinco segmentos fundidos ou parcialmente móveis que formam a cauda vestigial. Entre os segmentos móveis estão interpostos vinte e três discos cartilaginosos que funcionam como excelentes absorvedores de choque. As sequências curvadas da espinha permitem-lhe absorver choques de forma 100 vezes mais eficiente do que se fosse uma pilha reta.



Fonte: Governo Federal dos EUA através da Wikimedia commons

Figura 18.1 –As costas

Os discos contêm fluído, excelente para absorção de choque, mas a compressão constante espreme o conteúdo do fluído tornando os discos mais achatados, menos flexíveis e menos elásticos. Um disco jovem e saudável possui um esforço à ruptura de 800 kg, mais forte do que as vértebras, caindo para 450 Kg nos idosos.

Como resultado de forças repetitivas ou estresse traumático repentino, a célula do fluido central pode deslocar-se através de fissuras na cartilagem fibrosa e eventualmente prolapsar, emergindo do disco para pressionar de forma excruciante os nervos adjacentes. Contrário à crença comum, os discos não escorregam! Uma vez que isso tenha ocorrido, o tratamento pode ser limitado a descanso, analgésicos e fisioterapia. A cirurgia possui um papel restrito; ela não é pratica para abordar a espinha pela frente e a estrutura é tão complexa e sensível que quaisquer reparos pelo lado de trás também são limitados.

As lesões nas costas normalmente resultam no afastamento das pessoas do trabalho por meses ou semanas, e podem facilmente se repetir. È importante que os trabalhadores sejam apoiados por um programa de “retorno ao trabalho” que encoraja a rápida reabilitação e evite que eles entrem em um estado de incapacidade permanente.

18.3.2 Fazendo uma avaliação da movimentação manual

Dependendo da complexidade da atividade, uma avaliação pode ser mais bem executada por aqueles que estão mais familiarizados com as operações, por exemplo, supervisores e operadores, ou ela pode ser conduzida por profissionais de saúde e segurança, higiene ocupacional ou ergonomia, ou por uma equipe.

Uma avaliação deveria considerar a totalidade de uma operação. Ela deve abordar quatro fatores críticos:

- a tarefa;
- a carga;
- o ambiente de trabalho;
- as capacidades do indivíduo.

Fonte: Steve Bailey

Figura 18.2 – Riscos de movimentação manual de levantamento e torção

Uma avaliação simples pode proceder como segue:

- A operação é essencial? Ela pode ser evitada?
- Considere a forma, tamanho, peso e dificuldades especiais de uma carga.
- Como ela é manuseada?
- Onde ela é movida e com qual frequência? Movimentos repetitivos de flexão e torção aumentam o risco, assim como a elevação com alcance estendido.
- O ambiente de trabalho contribui para o risco de lesão?
- Os pisos são escorregadios, não-uniformes?
- O ambiente é apertado, quente ou mal iluminado?
- A tarefa e o local de trabalho são adaptados ao indivíduo? Em seu ponto mais simples, isso pode simplesmente envolver a consideração dos pesos de trabalho de bancadas, mesas, tamanhos de caixas-palete e assim por diante.
- Considere as medidas remediadoras possíveis, por exemplo, pode ser possível utilizar auxílios mecânicos ou quebra da carga, ou a tarefa pode ser reorganizada.

18.3.3 Métodos de redução do risco

Assim como com qualquer risco de higiene ocupacional, há uma hierarquia de controle.

A abordagem preferencial consiste em eliminar a operação de manuseio completa, se possível. Por exemplo, pode ser possível comprar materiais em quantidades pré-pesadas de forma que a necessidade de uma operação de peso seja eliminada. Ou, a co-alocação de duas operações pode evitar a necessidade de transferência de materiais entre si.

As soluções podem envolver a mudança da posição ou da altura da tarefa, por exemplo, ao fornecer mesas ajustáveis ou assento para melhorar a postura. Frequentemente as soluções envolvem o uso de auxílios de manuseio: embora um elemento de manuseio manual seja conservado, as forças corporais são aplicadas de forma mais eficiente, dessa forma, reduzindo o risco de lesão. Por exemplo:

- Um guindaste é capaz de suportar o peso de uma carga, dessa forma deixando o manuseador livre para controlar seu posicionamento;
- Um carrinho de mão ou esteira transportadora pode reduzir a força necessária para a movimentação de uma carga horizontalmente;
- As calhas são um método eficiente de utilização da gravidade para a

movimentação de cargas de um local para outro;

- Ventosas e ganchos manuais podem simplificar o problema do manuseio de uma carga que seja difícil de segurar.

Lembre-se que introduzir novas práticas de trabalho pode criar novos riscos que precisam ser gerenciados, por exemplo, através da manutenção adequada de novos equipamentos.

Quando tudo o que for possível tiver sido feito para adaptar a tarefa ao trabalhador, ainda há a necessidade de fornecer informações, instrução e treinamento sobre os riscos residuais.

18.3.4 Informações, instrução e treinamento

Informações – Onde for razoavelmente possível fazê-lo, os funcionários envolvidos nas operações de manuseio manual devem receber informações precisas sobre o peso de cada carga, bem como sobre o lado mais pesado de qualquer carga cujo centro de gravidade não esteja posicionado de forma central. Onde isso não for razoavelmente possível, a recomendação geral deve ser fornecida sobre a gama de cargas a serem manuseadas, e sobre como manusear uma carga cujo peso não esteja distribuído uniformemente.

Treinamento – O conhecimento e o treinamento isolados não irão assegurar o manuseio manual seguro, mas são um importante aspecto de um sistema de trabalho seguro. Um programa de treinamento adequado deve abordar:

- como as cargas potencialmente perigosas podem ser reconhecidas;
- como lidar com cargas não-familiares;
- boas técnicas de manuseio, incluindo o uso adequado de auxílios de manuseio;
- o uso adequado de equipamentos de proteção pessoal;
- recursos do ambiente de trabalho que contribuem para a segurança;
- a importância de uma boa manutenção;
- fatores que afetam a capacidade individual, incluindo aptidão física e saúde.

Os funcionários também devem ser treinados para reconhecer cargas cujo peso, em conjunto com sua forma e outros recursos, e as circunstâncias nas quais são manuseadas, pode causar ferimentos.

18.4 Tarefas repetitivas

As tarefas que envolvem movimentos repetidos podem levar a doenças dos músculos, juntas e tendões, até mesmo quando as ações do indivíduo não envolvem carga ou força excessiva.

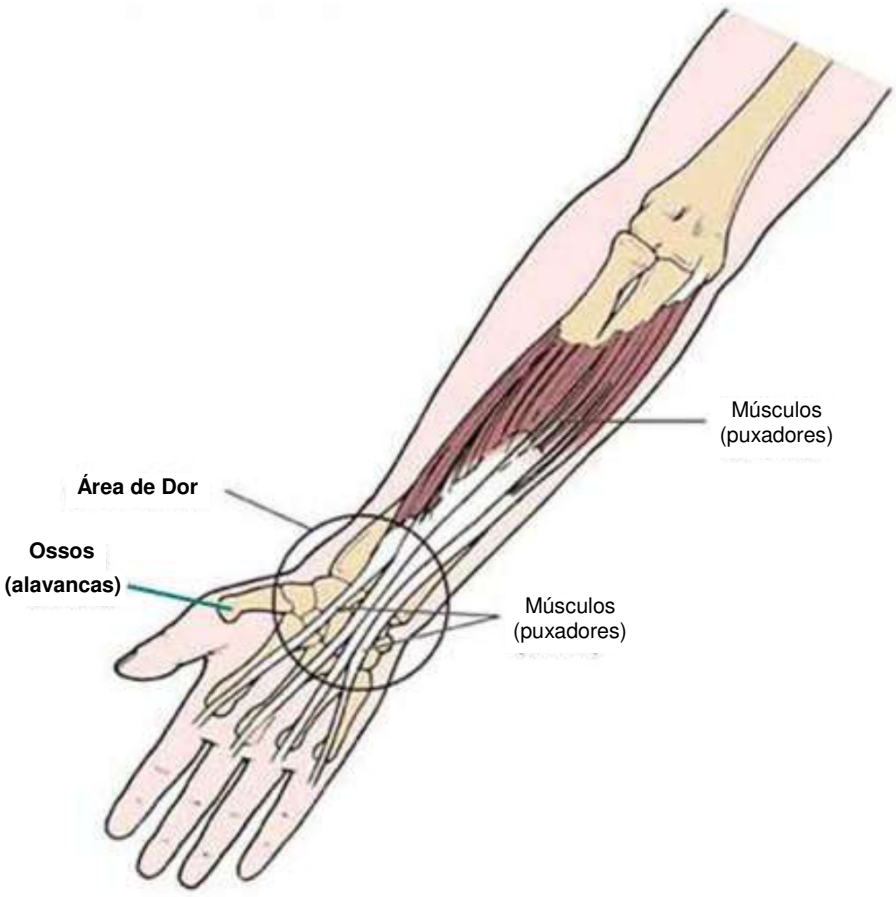


Figura 18.3 – ***Estrutura de alavanca de cabo puxador do braço que mostra a localização da tendinite do pulso***

Essas condições dolorosas são normalmente conhecidas como Lesões por Esforço Repetitivo (LER) ou (principalmente nos EUA) como Lesões por Trauma Cumulativo (LTC). As condições ocupacionais dos braços e mãos também são conhecidas como Doenças dos Membros Superiores Relacionadas ao Trabalho (DORT).

Exemplos bem conhecidos de LER incluem o *cotovelo de tenista*, *polegar em gatilho* decorrentes do uso excessivo de controles de jogos de computador, e caneta “stylus” decorrentes do uso excessivo de teclados de telefone celular. A dor no pulso (tendinite) está frequentemente associada ao uso excessivo de teclados.

Os sintomas podem incluir dor e fraqueza na área afetada, agravados pelo uso. No entanto, o diagnóstico de LER pode ser difícil, uma vez que frequentemente não há uma patologia evidente. Os médicos acreditam que normalmente há um componente psicológico na LER, e há prova de que a experiência do pacientes pode ser agravada pelo estresse. O tratamento é difícil e normalmente malsucedido, dessa forma, a prevenção é fundamental.

A avaliação do risco primeiramente exige a identificação das tarefas que são executadas de forma frequente ou intensa. Os riscos ocupacionais classicamente surgem em um trabalho de linha de montagem repetitiva, assim como aparafusar tampas em garrafas, aparafusar componentes ou inserir componentes em posições difíceis. Há um aumento no risco se um esforço de pinça forte for necessário ou se estiver envolvido impacto. Uma pressão indevida para atender metas de produção principalmente quando relacionada a pagamentos por peça ou pagamentos de bônus, pode exacerbar o problema.

Os riscos também podem surgir quando houver a ruptura de um processo automatizado ou um lote de produtos for rejeitado e os trabalhadores precisarem executar operações remediadoras manualmente.

Em casos complexos, os ergonomista podem medir a frequência e a força exigidas por uma operação e estimar o nível de risco envolvido.

A intervenção segue a hierarquia usual:

- evitar exposição aos riscos ergonômicos onde possível.
- reduzir o risco através da automatização das tarefas de rotina ou fornecer ferramentas tais como chaves de fenda elétricas.
- Introduzir procedimentos de trabalho seguro, tais como intervalos regulares para recuperação e limitação do tempo em um trabalho. Fornecer informações sobre os riscos e instrução e treinamento em procedimentos de trabalho seguro.

18.5 Equipamentos com tela para exibição (DSE).

Muitos tipos de equipamentos computadorizados utilizados em laboratórios, fábricas, escritórios e no trabalho em casa incorporam uma tela de exibição e algum tipo de dispositivo para entrada de dados, assim como um teclado ou um mouse. Essas combinações podem criar diversas categorias de risco ergonômico e fornecer uma boa ilustração da necessidade de atacar questões

ergonômicas de forma holística.

18.5.1 Possíveis efeitos decorrentes do uso de DSE

- **Problemas posturais (dores no membro superior e desconforto)**

Esses problemas variam de fadiga ou dor no braço, mão e áreas do ombro até doenças crônicas do tecido mole, como *síndrome do túnel do carpo* – inflamação da bainha que cerca os tendões que flexionam os dedos.

A contribuição de fatores de risco individuais (por exemplo, taxas de digitação) para o início de qualquer doença não está clara. É provável que uma combinação de fatores estejam envolvidos. A postura estática prolongada das costas, pescoço e cabeça é conhecida como causadora de problemas músculoesqueléticos. O posicionamento desajeitado das mãos e pulsos, por exemplo, como resultado de técnica de trabalho ruim ou inadequada, são outros fatores prováveis. A deflagração das doenças do tecido mole entre operadores de teclados tem frequentemente estado associadas a altas carga de trabalho, combinadas a prazos apertados. Essa variedade de fatores que contribuem para o risco de trabalho com tela de exibição requer uma estratégia de redução de risco que envolva equipamentos apropriados, mobiliário, treinamento, projeto de trabalho e planejamento do trabalho.

- **Problemas visuais (efeitos sobre os olhos e a visão).**

Assim como outras tarefas que exigem muito visualmente, o trabalho em DSE não causa dano visual, nem agrava os defeitos já existentes. No entanto, ele pode fazer com que os usuários com defeitos de visão preexistentes fiquem mais cientes desses defeitos e alguns usuários poderão experimentar fadiga visual temporária, levando a uma gama de sintomas, tais como o desempenho visual prejudicado, olhos vermelhos ou doloridos, dores de cabeça ou mudanças comportamentais (por exemplo, mudança de postura). Esses sintomas podem ser causados por se permanecer na mesma posição e se concentrar por um longo período de tempo, pelo posicionamento incorreto dos equipamentos da tela de exibição, por uma baixa legibilidade da tela ou dos documentos fonte; por condições de iluminação precárias, incluindo a presença de brilho ofuscante e reflexos, e/ou por uma imagem que se movimenta, oscila ou treme na tela.

Os defeitos de visão não-corrigidos podem tornar o trabalho com uma tela de exibição mais cansativo ou estressante do que seria de outra forma.

- **Fadiga e Estresse**

Muitos sintomas descritos por usuários de tela de exibição refletem estresses decorrentes da tarefa do usuário. Eles podem ser secundários para os problemas visuais ou do membro superior, mas têm maior probabilidade de serem causados por um projeto de trabalho ou organização de trabalho inadequada, falta de controle do trabalho pelo usuário, subutilização de habilidades, trabalho repetitivo em alta velocidade ou isolamento social.

18.6 Fazendo uma avaliação

- **identificação de usuários de DSE**

O primeiro passo consiste em compilar uma lista de funcionários que trabalham com DSE, juntamente com as informações sobre as tarefas que eles executam e a quantidade de tempo que gastam utilizando o DSE a cada dia. Aqueles funcionários que normalmente utilizam o DSE para uma parte significativa de seu trabalho normal devem ser classificados como 'usuários'.

- **Avaliação**

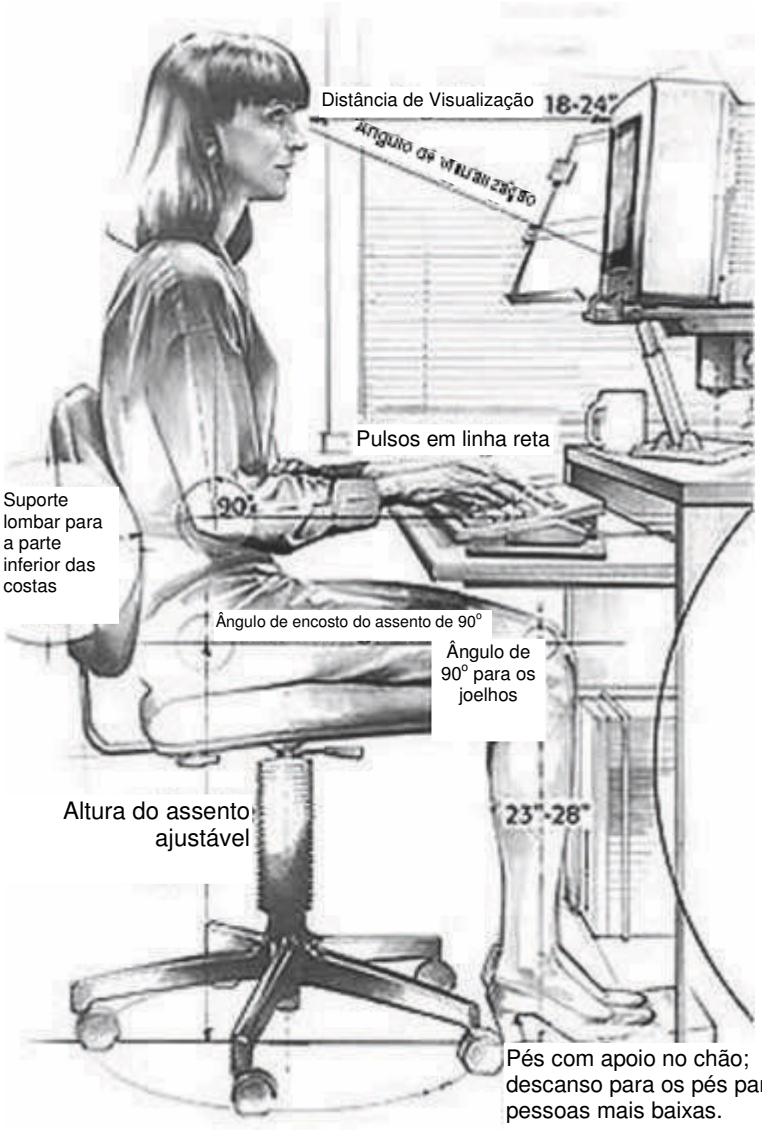
O segundo passo consiste em avaliar as estações de trabalho dos usuários, considerando o hardware, o ambiente e os fatores específicos para o uso dos equipamentos pelo indivíduo devem ser considerados. As visões dos usuários devem ser buscadas como parte da avaliação.

Simples listas de verificação ou proformas podem ser utilizadas para facilitar o processo de avaliação, auxiliar na identificação de medidas reparadoras e também servem como um registro por escrito, uma vez concluído.

18.7 Especificações mínimas para as estações de trabalho

Os seguintes recursos representam bons recursos que deveriam ser encontrados em uma estação de trabalho típica de um escritório (vide figura).

- A tela deve ter normalmente ajustes para brilho e contraste. Isso permite que os indivíduos encontrem um nível confortável para seus olhos, ajudando-os a evitar problemas de olhos cansados e fadiga visual.
- O assento deve ser estável e ajustável em altura e o encosto deve ser ajustável em altura e inclinação. Uma cadeira bem projetada e corretamente ajustada encoraja uma boa postura, ajudando a evitar fadiga postural.
- O teclado normalmente deve ser inclinável e estar separado da tela. Isso permite aos usuários uma posição de digitação confortável, evitando a fadiga nos braços e mãos.
- A superfície de trabalho deve ser espaçosa, permitindo o ajuste flexível dos equipamentos. Isso possibilita que o funcionário adote uma série de posições de trabalho adequadas que auxiliem na prevenção tanto da fadiga postural como da fadiga visual.
- O suporte do documento deve ser estável e ajustável. Um suporte de documentos estável e bem posicionado irá minimizar a necessidade de movimentos desconfortáveis da cabeça e olhos.


Distância de Visualização 18-24"
Ângulo de visualização
Pulsos em linha reta
90°
Suporte lombar para a parte inferior das costas
Ângulo de encosto do assento de 90°
Ângulo de 90° para os joelhos
Altura do assento ajustável
23"-28"
Pés com apoio no chão; descanso para os pés para pessoas mais baixas.

Fonte: governo norte-americano pela da Wikimedia Commons

Figura 18.4 – Ajuste correto de uma estação de trabalho de um escritório

18.8 Controles administrativos

- **Intervalos ou mudanças de atividade**

A rotina de trabalho diária de usuários deve ser quebrada por mudanças na área ou por intervalos. Na maioria das tarefas, pausas naturais ou intervalos ocorrem como uma consequência da organização inerente do trabalho. Sempre que possível, os trabalhos nas telas de exibição devem ser projetados para que sejam compostos de uma combinação de trabalho baseado na tela e trabalho não-baseado na tela para evitar fadiga e para variar as exigências visuais e mentais.

Os intervalos devem ser curtos e frequentes, e não-ocasionais e mais longos, por exemplo, um intervalo de 5 minutos a cada hora. Diversos pesquisadores também advogam a adoção de uma técnica de uma 'micropausa', ou seja, intervalos curtos de 10 – 20 segundos a cada 5 – 10 minutos. Esse tempo pode ser utilizado para se alongar rapidamente e para olhar para o horizonte.

- **Exame de visão e olhos**

Em alguns países, os usuários de DSE, ou funcionários que estejam prestes a tornarem-se usuários, podem solicitar a seus empregadores o fornecimento e o pagamento de um exame de visão e olhos. Esse exame necessita ser executado por um médico ou oftalmologista.

- **Informações e treinamento**

Os usuários podem fazer muito para adaptarem suas próprias estações de trabalho às suas necessidades, uma vez que estiverem cientes dos riscos e forem treinados de forma a evitá-los.

19 COMPORTAMENTO E CULTURA

19.1 Impactos do comportamento na higiene ocupacional

O comportamento do trabalhador tem uma importante influência sobre a exposição a agentes prejudiciais no local de trabalho. Por exemplo, o contato com materiais prejudiciais pode ocorrer por meio de:

- uso de ferramentas contaminadas (por exemplo, um pincel de pintura com um cabo contaminado) ou ao espalhar uma pasta química com as mãos;
- uso de equipamentos de proteção individual (EPI) que levem à transferência do contaminante, ao vestirem ou remover o equipamento;
- uma manutenção inadequada, trabalhar de forma desorganizada ou não executar a limpeza após o trabalho.
- deixar de utilizar adequadamente os EPI quando necessário, por exemplo, retirá-los no decorrer da tarefa ou utilizá-los de forma ineficaz;
- o comportamento não-higiênico, assim como deixar de remover a roupa de proteção e de lavar as mãos antes de um intervalo para refeição.

Esses tipos de exemplos são muito comuns em higiene ocupacional. Um trabalhador “sujo” é frequentemente encontrado, o qual tem um nível de exposição muito mais elevado apesar de trabalhar no que parecem ser as mesmas condições que os demais trabalhadores.

Outros exemplos de questões comportamentais podem incluir:

- deixar de ligar um sistema de ventilação, ou de posicionar um capô móvel corretamente;
- manusear um material de forma rigorosa, e não-cuidadosamente, gerando mais vapor ou poeira dispersa no ar;
- permanecer no sentido do vento de uma fonte de exposição, e não no lado oposto.

O impacto do comportamento sobre a exposição pode ser minimizado primeiramente ao fornecer bons controles de engenharia, e em segundo lugar, ao ter bons procedimentos operacionais nos quais os trabalhadores tenham sido bem treinados. No entanto, o comportamento inadequado ainda pode

levar a exposições elevadas ocasionais. Uma analogia útil pode ser retirada com prevenção de acidentes. O modelo "Swiss Cheese" (Queijo Suíço) (vide *Reason J., Managing the Risks of Organisational Accidents*, 1997, Ashgate) sugere que existem

múltiplas camadas de defesa contra acidentes, porém imperfeitas, conforme mostrado abaixo. Os acidentes ocorrem quando as falhas ocorrerem simultaneamente em todas as barreiras defensivas.

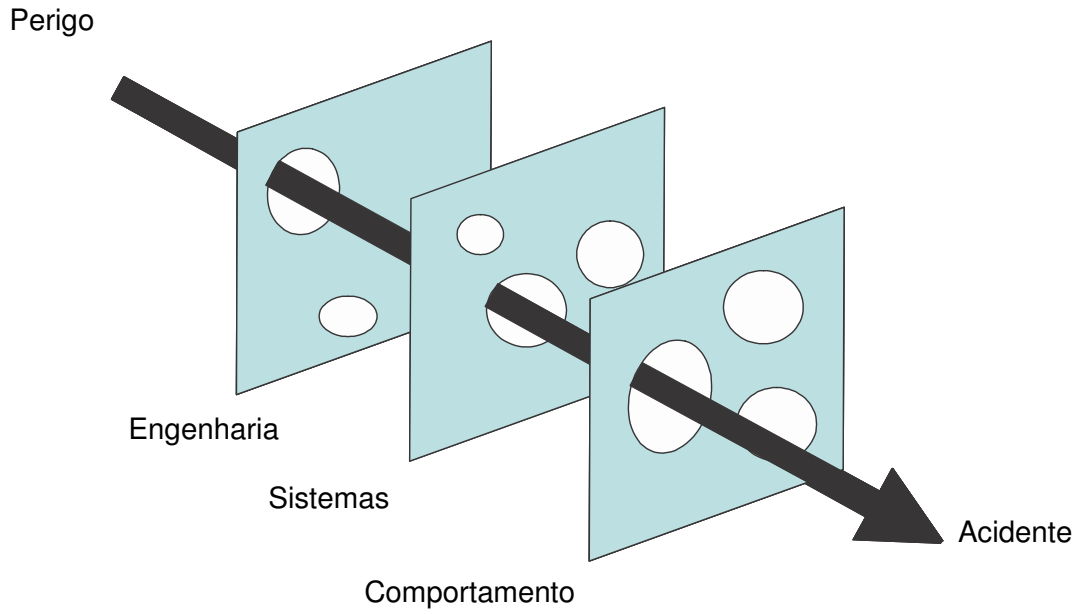


Figura 19.1 – Modelo de prevenção de acidentes "Queijo Suíço"

Colocando isso em termos de higiene podemos ter:

- um sistema de extração que não esteja operando em capacidade plena devido à falta de manutenção;
- uma tarefa não-padrão que não esteja totalmente coberta pelo procedimento de trabalho de segurança normal; e
- um trabalhador que esteja inclinado a não utilizar seu EPI.

Qualquer uma ou duas dessas medidas pode ser suficiente para o controle da exposição, mas se todas falharem ao mesmo tempo, uma sobre-exposição é provável.

19.2 Motivação e modificação de comportamento

A fim de modificar os comportamentos, é necessário compreender e então abordar os fatores que influenciam nosso comportamento. Nos últimos anos,

houve um aumento no uso das abordagens de modificação de comportamento para a segurança e as lições são igualmente relevantes para a higiene ocupacional. A análise e modificação do comportamento do trabalhador envolvido em uma atividade tem sido mostrada como uma forma eficaz de reduzir tanto os acidentes, como as exposições ocupacionais.

O comportamento pode ser simplesmente compreendido em termos do modelo de Antecedentes – Comportamento – Consequências *(A – B – C)* (vide, por exemplo, Daniels A C, Bringing out the Best in People, 2nd ed. 1999, McGraw-Hill).

- **Antecedentes** criam a motivação inicial para agir. Eles podem incluir instruções do gerente, e campanhas de publicidade ou de conscientização do departamento de saúde e segurança ocupacional. Como tais mensagens são recebidas dependerão de outros antecedentes, incluindo a experiência de mensagens semelhantes recebidas pelo trabalhador no passado, formas estabelecidas de trabalhar e outros eventos que ocorrerem aproximadamente ao mesmo tempo. Os antecedentes estabelecem o cenário para o que acontece em seguida.
- **Comportamento** é o ato observável. Ao contrário das atitudes ou das intenções, o comportamento pode ser observado e quantificado. Ele é objetivo.
- **Consequências** são o que acontece após o comportamento. O trabalhador pode observar as consequências por si próprio. Por exemplo, podem considerar mais fácil fazer o trabalho quando seu local de trabalho está limpo e organizado. Ou eles podem achar que o EPI que eles precisavam usar deixou-os não-confortáveis. Eles também podem obter feedback verbal, seja positivo ou negativo, de seu gerente ou colegas. São essas consequências que determinam se o trabalhador está inclinado a repetir o comportamento.

Os antecedentes são valiosos para iniciar a mudança, mas somente reforçando-se as consequências irá garantir a repetição do comportamento desejado.

Com frequência, há consequências múltiplas e conflitantes que precisam ser

pesadas entre si. Por exemplo, o indivíduo pode estar ciente de que ao utilizar um respirador ele reduziu sua exposição ao amianto presente no ar e, dessa forma, reduziu o risco de desenvolver câncer em algum momento no futuro. No entanto, ele pode ter experimentado dificuldades para respirar com o respirador ou restrição de visão, o que tornou o trabalho mais difícil. A regra geral é que as consequências que forem *Imediatas, Certas* e *Positivas* são mais importantes que aquelas que são *Atrasadas, Incertas e Negativas*. Então é fácil ver por que muitos trabalhadores podem optar por descartar o respirador, escolhendo os benefícios imediatos e acreditando que as consequências negativas futuras podem nunca acontecer.

A modificação comportamental eficaz requer que os gerentes e profissionais de saúde encontrem formas de minimizar as consequências negativas e reforçar as consequências positivas dos comportamentos desejados. Um erro comum consiste em reverter para os antecedentes e dizer novamente às pessoas o que deveriam fazer.

Uma intervenção comportamental pode ser planejada em três estágios distintos, como segue:

1. Motivação: Primeiramente é necessário motivar os indivíduos a fim de fazer com que eles desejem alterar seu comportamento. Isso é influenciado por antecedentes tais como:

- Suas habilidades na atividade que eles estão empreendendo e o conhecimento dos riscos associados.
- Suas crenças sobre as consequências da exposição a um risco em particular.
- Suas crenças sobre o desempenho e as capacidades das medidas de controle.
- As formas estabelecidas de trabalho (cultura de segurança e saúde).

2. Instigação: Uma vez que as pessoas estiverem motivadas, elas precisam ser apoiadas a fim de possibilitar que mudem o comportamento. Esse suporte precisa ser tanto físico (ter tempo, treinamento e equipamentos, etc.) como social (de colegas e gerentes).

3. Manutenção: Quando um comportamento foi mudado, precisam ser feitos

esforços a fim de assegurar que ele não seja revertido. Normalmente, os profissionais de saúde e segurança têm como foco antecedentes tais como a manutenção de altos níveis de conscientização e atualização de conhecimento e habilidades. No entanto, o fator mais importante consiste em reforçar as consequências positivas da mudança.

Cada um desses estágios de motivação, instigação e manutenção é, por sua vez, influenciado pelas circunstâncias no trabalho (ambiente de trabalho imediato), pela organização e pelas organizações externas/sociedade.

19.3 Cultura de saúde e segurança

Quando um padrão de comportamento torna-se difundido em uma organização, ele pode ser descrito como a *cultura organizacional*. A cultura pode ser um conceito nebuloso – uma definição simples é "como fazemos as coisas por aqui". Essa simples definição ilustra como a cultura e o comportamento estão relacionados e fornece uma forma objetiva de avaliar a cultura pela coleta de informações sobre comportamentos observados.

A cultura define as normas não-escritas de uma organização – como as coisas realmente funcionam, em comparação a o que deve acontecer. A cultura reflete as atitudes e valores subjacentes da organização.

Uma vez que o comportamento torna-se embutido na cultura da organização, pode ser difícil mudá-lo. Seria inútil encorajar um indivíduo a mudar seu comportamento se todas as outras pessoas continuassem a se comportar de forma diferente. A pressão do par iria assegurar que o trabalhador revertesse para a norma cultural assim que possível. Em tal situação, a única forma de mudar o comportamento consiste em abordar a cultura. A mudança de cultura é um projeto principal a longo prazo e requer um trabalho de preparação extenso.

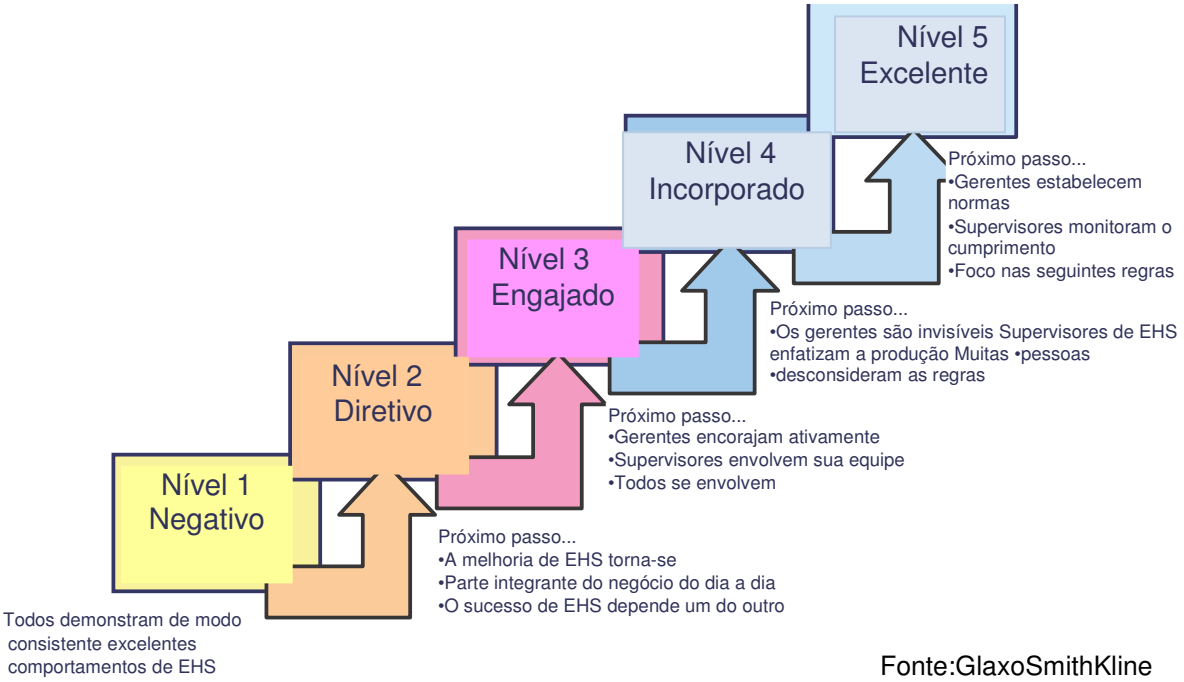
A cultura de uma organização pode ser considerada positiva para a saúde e segurança se encorajar comportamentos que minimizem incidentes e exposição ao risco. Por exemplo, em uma cultura positiva, seria normal que os trabalhadores reportassem imediatamente quaisquer defeitos nas medidas de controle; utilizassem equipamentos de proteção corretamente; seguissem os

procedimentos de trabalho seguros. Da mesma forma, espera-se que os gerentes visitassem o local de trabalho regularmente a fim de verificar a saúde e segurança; discutir a saúde e segurança com seus funcionários; e agirem imediatamente mediante relatos de deficiências.

As culturas negativas são frequentemente caracterizadas por medo e culpa, o que inibe o relato de condições perigosas, bem como a melhoria. Os funcionários desrespeitam as normas e os gerentes ignoram.

Foi observado que quando iniciativas de segurança comportamental idênticas são implementadas em diferentes organizações, o sucesso das iniciativas varia significativamente. Em alguns lugares, uma iniciativa pode trazer mudança positiva, ao passo que em todos os outros lugares irá falhar. Como pode ser assim? A pesquisa inicial na indústria de petróleo e gás revelou que o sucesso de tais iniciativas de segurança dependia dos níveis pré-existentes de desenvolvimento da cultura de segurança. Locais diferentes dentro da mesma organização, embora aparentemente semelhantes, diferiam na forma como sua cultura de segurança era bem desenvolvida, e alguns não estavam “prontos”.

A fim de ajudar a assegurar o sucesso de uma iniciativa de melhoria de cultura de segurança, essa iniciativa precisa ser “compatibilizada” com o nível de cultura de segurança existente no local. Isso também significa que o tipo mais apropriado de iniciativa de melhoria de cultura de segurança irá mudar à medida que seu nível de cultura de segurança melhorar. O que deve ter ajudado o progresso de cultura de segurança da empresa de níveis mais baixos de desenvolvimento não será o mesmo tipo de iniciativa que irá ajudá-la a obter a excelência.



Fonte:GlaxoSmithKline

Figura 19.2 – Um exemplo de uma escada de maturidade da cultura

O exemplo de uma escada de maturidade da cultura exibido acima descreve os cinco níveis de cultura. Cada nível reflete os comportamentos e o envolvimento na saúde e segurança de cada pessoa no local. Começando no Nível 1, onde a produção é enfatizada, as pessoas desconsideram as regras e o gerentes não são visíveis, até o Nível 5, onde todos os níveis demonstram consistentemente os comportamentos corretos. Há uma série de passos que precisam ser tomados a fim de ir para um nível acima da escada. Se uma organização tentou mover do nível 1 para o nível 4 ou 5 em um salto, a iniciativa teria a probabilidade de falhar.

20 ESTRESSE RELACIONADO AO TRABALHO

Os aspectos psicossociais do ambiente de trabalho têm sido crescentemente reconhecidos nos últimos anos. Problemas associados ao “estresse relacionado ao trabalho” são agora considerados uma questão central no gerenciamento da saúde e segurança. Em muitos países desenvolvidos, casos de “saúde de doença mental” representam a única causa mais comum de doença relacionada ao trabalho.

O trabalho bem-projetado, organizado e gerenciado ajuda a manter e a promover a saúde e o bem-estar individual. Mas onde houve atenção insuficiente ao projeto de trabalho, organização de trabalho e ao gerenciamento dos benefícios, os benefícios associados ao trabalho podem ser perdidos. Um resultado comum é o estresse relacionado ao trabalho.

Pelo termo estresse relacionado ao trabalho, fazemos referência aos efeitos decorrentes onde as demandas de trabalho de diversos tipos e combinações excedem a capacidade da pessoa e a capacidade de enfrentá-las. É uma causa significativa de doença e lesão e é conhecida por estar relacionada aos altos níveis de ausência por doença, rotatividade de equipe e outros indicadores de subdesempenho organizacional – incluindo o erro humano.

O projeto e gerenciamento do trabalho são importantes na antevisão, reconhecimento e prevenção de situações estressantes. È claro, muitos dos maiores fatores de estresse na vida ocorrem fora do local de trabalho e frequentemente não é possível evitar o estresse simplesmente ao ter como foco os problemas do local de trabalho. Muitas das grandes organizações oferecem agora treinamento de *resiliência* para seus funcionários a fim de ajudá-los a gerenciar o equilíbrio trabalho-vida e evitar o estresse sozinhos. Contudo, para as pessoas que experimentam uma espécie de estresse, ele precisa ser diagnosticado e tratado de forma tempestiva de forma que o trabalhador possa ser reabilitado.

20.1 Sintomas de estresse

O estresse produz uma gama de sinais e sintomas, os quais podem incluir:

Mudanças comportamentais: dificuldade para dormir, mudança de hábitos

alimentares, aumento de fumo ou de consumo de bebidas alcoólicas, isolamento de amigos e família ou problemas sexuais.

Sintomas físicos: cansaço, indigestão e náusea, dores de cabeça, músculos doloridos ou palpitações.

Alterações mentais: tornar-se menos inconclusivo, dificuldade de concentração, perda de memória, sentimentos de inadequação ou de baixa autoestima.

Alterações emocionais: tornar-se irritável ou bravo, sentir-se ansioso ou em torpor, ser hipersensível, ou sentir-se exaurido e apático.

20.2 Avaliação do estresse

O uso de um levantamento é o método mais comum para se obter informações sobre se o estresse relacionado ao trabalho parece ser um problema em potencial em uma força de trabalho. Ele também pode fornecer uma indicação em relação a quem tem a probabilidade de ser afetado e como. As pesquisas envolvem normalmente fazer a todos os funcionários uma série de perguntas nas quais eles classificam suas percepções individuais dos tipos de fatores que têm a probabilidade de contribuir para o estresse ou para a satisfação no trabalho. Esses podem incluir:

- Variedade de tarefas.
- Demandas do trabalho em equilíbrio com a habilidade.
- Desenvolvimento contínuo de habilidades.
- Responsabilidade e autoridade
- Participação no progresso e desenvolvimento do trabalho.
- Envolvimento no planejamento e solução de problemas.
- Prazos (pressão de tempo).
- Suporte social e interação com colegas.
- Visibilidade da integralidade do processo.
- Clima de gerenciamento de trabalho positivo.
- Liberdade para movimentar-se fisicamente.
- Controle do cronograma (ritmo)
- Escolha de métodos de trabalho

- Influência sobre a qualidade e a quantidade da produção
- Extensão do tempo do ciclo
- Grau de liberdade de ação
- Organização do grupo de trabalho.

O Executivo de Saúde e Segurança do Reino Unido produz um exemplo de ferramenta de levantamento, bem como fornece uma ferramenta de planilha útil para a análise dos resultados.Vide:http://www.hse.gov.uk/stress/standards/step2/surveys.htm (acessado em fevereiro de 2010).

20.3 Gerenciamento de estresse

O bom gerenciamento de fatores psicossociais em uma organização pode ajudar a promover os benefícios de saúde do trabalho, bem como evitar o estresse relacionado ao trabalho. Ele envolve a introdução de práticas de trabalho e de uma cultura por toda a organização que abranja os seguintes aspectos do trabalho:

Demandas – incluindo a carga de trabalho, padrões de trabalho e ambiente de trabalho.

- As demandas devem ser adequadas e passíveis de cumprimento em relação às horas de trabalho acordadas.
- Os trabalhos precisam ser projetados para que estejam dentro das habilidades dos funcionários.
- As habilidades e capacidades do pessoal precisam ser compatibilizadas com as demandas do trabalho.
- As preocupações do funcionário em relação a seu ambiente de trabalho devem ser abordadas.

Controle – Quanto a pessoa tem a dizer sobre a forma em que fazem seu trabalho.

- Onde possível, os funcionários deveriam ter algum controle de seu ritmo de trabalho.
- Os funcionários devem ter uma opinião sobre quando os intervalos devem ser feitos.
- Os funcionários devem ser consultados sobre seus padrões de trabalho.
- Os funcionários devem ser encorajados a utilizar suas habilidades e iniciativa para fazerem seu trabalho;
- Os funcionários devem ser incentivados a desenvolver novas

habilidades a fim de ajudá-los a empreender trabalhos novos e desafiadores.

Suporte – Incluindo o encorajamento, patrocínio e recursos fornecidos pela organização, gerenciamento de linha e colegas.

- A organização deve ter políticas e procedimentos para apoio aos funcionários.
- Os sistemas devem estar implantados a fim de possibilitar e encorajar gerentes a apoiarem sua equipe.
- Os sistemas devem estar implantados a fim de possibilitar e encorajar funcionários a apoiarem seus colegas.
- Os funcionários devem saber qual suporte está disponível e como e quando acessá-lo.
- Os funcionários devem saber como acessar os recursos necessários para fazerem seu trabalho.
- Os funcionários devem receber feedback regular e construtivo sobre seu trabalho.
- O aconselhamento de saúde confidencial e consultoria devem estar disponíveis para os funcionários que necessitarem.

Relacionamentos – incluindo a promoção de trabalho positivo para evitar conflito e lidar com comportamento inaceitável.

- A organização deve promover comportamentos positivos no trabalho a fim de evitar conflito e assegurar justiça.
- Os funcionários devem compartilhar informações relevantes para seu trabalho;
- A organização deve ter políticas e procedimentos acordados a fim de evitar ou solucionar comportamento inaceitável.
- Os sistemas devem estar implantados a fim de possibilitar e incentivar os gerentes a lidarem com comportamento inaceitável.
- Os sistemas devem estar implantados a fim de possibilitar e encorajar os funcionários a reportarem um comportamento inaceitável.

Função – se as pessoas compreendem seu papel dentro da organização e se a organização assegura que não tenham papéis conflitantes.

- A organização deve assegurar que, conforme possível, as diferentes exigências que impõe aos funcionários sejam compatíveis.
- A organização deve fornecer informações a fim de possibilitar que os funcionários compreendam sua função e responsabilidades.
- Os sistemas devem estar implantados a fim de possibilitar que os funcionários levantem questões sobre quaisquer incertezas ou conflitos que tenham em sua função e responsabilidades.

Mudança – de que forma a mudança organizacional (grande ou pequena) é gerenciada e comunicada na organização.

- A organização deve fornecer aos funcionários informações tempestivas a fim de possibilitar que lhes compreendam os motivos para as alterações propostas.
- A organização deve assegurar consulta adequada do funcionário sobre mudanças e fornecer oportunidades para que os funcionários influenciem as propostas.
- Os funcionários devem estar cientes dos cronogramas de mudanças e ter acesso ao suporte relevante durante as mudanças.

21 CARREIRAS EM HIGIENE OCUPACIONAL

21.1 Prática de higiene ocupacional

Os serviços de higiene ocupacional são organizados em uma variedade de formas diferentes dependendo:

- do tamanho e os recursos da organização empregadora.
- da necessidade de conhecimento de especialista.
- da disponibilidade de ajuda externa.

Uma grande empresa que trabalha com materiais tóxicos provavelmente irá empregar um ou mais higienistas ocupacionais internamente. Pequenas empresas, ou aquelas com poucos riscos ocupacionais de saúde, comprarão serviços de um consultor conforme o necessário.

Alguns países fornecem serviços estaduais de higiene ocupacional através de institutos centrais de saúde ocupacional. Outros impõem requisitos estatutários aos empregadores para que utilizem higienistas qualificados ou serviços de saúde ocupacional. Ainda outros não têm requisitos regulamentares.

Neste capítulo iremos examinar as funções e as características dos diversos tipos de serviço e da equipe de higiene entre eles.

21.1.1 Serviços internos

Em termos gerais, as organizações com menos de 1000 pessoas não podem justificar o emprego de um higienista ocupacional em tempo integral. Os serviços de higiene básicos estão propensos a serem prestados através de um oficial de segurança ou enfermeiro de saúde ocupacional sendo que o consultor será convocado quando necessário. Exceções a essa regra tendem a ocorrer quando a empresa possui um problema de higiene ocupacional específico em grande escala, por exemplo, na indústria de chumbo. Na maioria dos casos, no entanto, estamos falando aqui sobre grandes organizações, com frequência multinacionais, em áreas tais como químicos, farmacêuticos, extração de metais e refino, petróleo e gás, eletrônicos, etc. Há também serviços internos em algumas autoridades de saúde e no serviço civil.

Tal “serviço” pode abranger um único higienista, ou uma série com diferentes níveis de experiência e senioridade. Eles tendem a desenvolver uma experiência profunda naquelas áreas de higiene ocupacional de interesse em particular para a organização, e os indivíduos podem muito bem ter a oportunidade de publicar artigos de pesquisa. De outra forma, a amplitude de experiência somente será aquela da operação da empresa.

Os trabalhos típicos em uma função interna incluem:

Higienista assistente é ou técnico em higiene: Ele ou ela terá qualificações acadêmicas que variam de GCSE (Certificado Geral de Educação Secundária) no Reino Unido [ou um diploma de ensino médio nos EUA] a um certificado, mais treinamento mais específico em técnicas de medição de higiene ocupacional (frequentemente no trabalho). Os técnicos ou químicos de um laboratório de trabalho normalmente assumem ou são transferidos para tal função.

Seus deveres podem incluir:

- medição da exposição do trabalhador utilizando-se as técnicas-padrão.
- calibração e manutenção de equipamentos de amostragem.
- análise laboratorial das amostras coletadas.
- teste das medidas de controle, tais como sistemas de ventilação.

Normalmente, essas funções serão executadas sob a supervisão de um higienista mais sênior. Ainda assim, a pessoa precisará de recursos, será observadora, capaz de comunicar claramente e de se adaptar à tecnologia em transformação.

Higienista ocupacional, quem deverá:

- conhecer os locais de trabalho, planta, processos, materiais, fontes de exposição e pessoal envolvido.
- conhecer as exigências legais que possam se aplicar.
- ser bem versado no reconhecimento de riscos em potencial à saúde e sua associação com a doença ou desconforto.

- compreender a derivação das normas de higiene aceitas.
- designar programas apropriados de amostragem biológica ou programas ambientais.
- selecionar, comprar, calibrar e manter equipamentos de campo apropriados.
- executar levantamentos do local de trabalho e estar ciente das limitações de tais levantamentos.
- avaliar o risco à saúde através do uso do discernimento profissional e com referência às normas de higiene confiáveis.
- dar tratamento estatístico aos dados obtidos.
- armazenar e recuperar dados conforme o necessário.
- avaliar os métodos de controle por meio de observação e medição.
- recomendar à gerência medidas novas de controle ou aprimoradas.

No decorrer do trabalho, haverá contato com a gerência, força de trabalho, sindicatos, pessoal médico, de segurança e engenharia. O serviço em comitês, apresentações e participação em sessões de treinamento pode estar envolvido. O higienista pode também representar a empresa externamente para as autoridades reguladoras, autoridades de planejamento, etc.

O higienista ocupacional em tempo integral deve ser de calibre graduado. Ele ou ela deve demonstrar um alto grau de comprometimento com a profissão, com tudo que ela envolve.

Higienista ocupacional sênior. Um higienista que, devido aos esforços de competência profissional comprovada e experiência tenha estabelecido uma função mais sênior na organização.

O higienista utiliza a experiência passada para introduzir programas de higiene ocupacional apropriados na organização, monitorar o progresso e tomar as medidas conforme o necessário. Os deveres podem incluir:

- formulação de políticas e normas de higiene ocupacional.
- auditoria e monitoramento da eficácia das políticas.
- avaliação de risco de novos processos, ao avaliar minuciosamente materiais, projetos da fábrica, etc. e antever problemas.
- educação e treinamento da gerência e da força de trabalho em higiene ocupacional.

- a supervisão e desenvolvimento profissional da equipe de higiene.
- gerenciamento de um laboratório de higiene ocupacional.
- garantia da qualidade dos programas e medições de higiene.

Nesse nível, são essenciais excelentes habilidades de comunicação. O higienista sênior deve ser capaz de interpretar os dados de entrada e persuadir gerentes, trabalhadores e autoridades devidamente. Tanto as habilidades orais como escritas são fundamentais.

Outras habilidades gerenciais também são esperadas, assim como a habilidade de desenvolver os subordinados e controlar um orçamento. Uma apreciação do custo-eficácia é fundamental para a tarefa, assim como uma conscientização atualizada da legislação, litígio, toxicologia e epidemiologia.

É provável que o higienista sênior seja muito ativo profissionalmente, tanto do aprendendo de seus pares e como na contribuição de conhecimento. Trabalho, publicações e apresentações do comitê são uma parte necessária de manter atualizadas e comunicar suas próprias descobertas.

Com uma senioridade crescente, o higienista deve se tornar parte de uma equipe de tomada de decisões em nível de gerenciamento sênior. Os termos gerente de higiene ocupacional e higienista executivo são algumas vezes utilizados para descrever essas funções de alto nível. Em uma empresa multinacional, o higienista pode ter responsabilidades corporativas com um alcance internacional. O discernimento sólido baseado em anos de experiência é claramente um pré-requisito. Tal higienista torna-se a fonte primária de informações e aconselhamento necessários exigidos da pela administração sênior, enquanto conserva mantém o controle funcional da política de higiene ocupacional e da prática profissional na organização.

21.1.2 Consultoria

Mais comumente, a consultoria é prestada pelos serviços comerciais. Eles podem ser empresas independentes, ou relacionadas a um segurador ou fabricante de equipamentos. Em qualquer caso, elas são administradas normalmente para fins lucrativos e são custeadas pelas taxas recebidas. As taxas são cobradas tanto em uma base diária ou são cotadas para um trabalho

completo.

Há exceções: algumas associações comerciais e serviços de grupo, por exemplo, oferecem consultoria em uma base sem fins lucrativos. Normalmente, elas são custeadas (pelo menos parcialmente) por uma assinatura ou encargo aos membros. Isso pode ser complementado mediante a cobrança de uma taxa diária reduzida (subsidiada).

Algumas universidades também prestam consultoria, as quais podem vê-la como uma forma de manter a equipe acadêmica em contato com o mundo real, ou simplesmente, como outra fonte de receita. E há algumas fundações independentes que podem conceder subsídios que lhes permitem cobrar taxas reduzidas.

Os higienistas em consultoria necessitam das mesmas habilidades técnicas que aqueles na indústria, mas raramente têm a oportunidade de desenvolver tais especializações em profundidade. Pelo contrário, eles adquirem uma experiência incrivelmente ampla de diferentes tipos de problemas. Isso exige uma habilidade de assimilar novas situações muito rapidamente e um grau de autoconfiança incomumente alto. No geral, eles tendem a ser mais qualificados e experientes do que os higienistas na indústria, uma vez que a consultoria não pode perder um cliente e há menos oportunidade para retificação de erros.

Níveis de trabalho em consultorias paralelos àqueles na indústria. Uma estrutura típica seria:

- Técnico em higiene. Confinado somente às medições de rotina, normalmente sob supervisão, possivelmente restrito a uma área de assunto limitada, assim como amianto.
- Higienista. Normalmente um jovem graduado executa os levantamentos básicos para uma ampla gama de agentes prejudiciais.
- Higienista consultor. Pelo menos cinco anos de experiência prática e normalmente uma qualificação profissional. Executa levantamentos, investigações e relatórios para uma ampla gama de indústrias e situações, com supervisão mínima. Aconselha os clientes nas medidas de controle e implementação. Pode estar envolvido em treinamento.

- Higienista consultor sênior. Muitos anos de experiência; com um registro estabelecido e uma alta reputação profissional. Normalmente lida com a administração sênior. Planeja projetos complexos, supervisiona o trabalho da equipe júnior, prepara políticas e gerencia a implementação para os clientes. Frequentemente tem um alto envolvimento em treinamento.

A fonte de fundos para uma consultoria pode afetar tanto o serviço prestado como a forma que ele é percebido, por exemplo:

- fundações independentes e universidades são vistas como objetivas, mas podem ter recursos limitados.
- empresas comerciais podem ter uma resposta mais rápida, porém em uma gama limitada de serviços e a um preço.

21.1.3 Agências estaduais.

Serviços prestados pelo estado podem ter funções regulamentares ou de aconselhamento ou ambas. Algumas vezes, as duas funções não se encaixam bem juntas, como quando um inspetor oferece aconselhamento, mas ameaça processar caso o aconselhamento não seja observado. Serviços estaduais são normalmente vistos como autorizativos, mas também podem ser vistos com suspeita caso tenham uma função regulamentadora.

Os inspetores regulamentares no campo são normalmente generalistas em saúde e segurança, os quais convocam a ajuda especialista em higiene ocupacional quando necessário para a realização de levantamentos e fornecer aconselhamento.

Os higienistas podem também estar envolvidos em:

- Coordenar dados para estabelecer normas.
- Servir em comitês nacionais e internacionais.
- Comunicação com muitos órgãos nacionais acadêmicos, científicos e industriais.
- Comissionamento ou condução de pesquisa.

- Produção de diretriz sobre o esperto inteiro de questões de prevenção e controle.
- Elaboração e análise da legislação.

Em alguns países, os órgãos estaduais são providos de fundos pela tributação em geral. Em outros, as empresas pagam um tributo compulsório para custear serviços de saúde ocupacional estadual. Os tributos podem ser complementados através de taxas de consultoria descontadas para projetos específicos. Nesses países, consultorias comerciais privadas tendem a ser incomuns.

21.1.4 Pesquisa e ensino.

As universidades, faculdades e organizações de pesquisa fornecem área de emprego principal para os higienistas. Eles podem:

- realizar pesquisa em risco à saúde, técnicas de medição ou métodos de controle.
- ensinar em cursos de graduação e pós-graduação, e dar palestras para médicos, enfermeiras, oficiais de segurança, engenheiros, etc., como um assunto subsidiário.
- conduzir investigações de higiene ocupacional na organização, e algumas vezes externamente como consultores.

A estrutura de carreira do palestrante, palestrante sênior e professor é comum às outras funções universitárias e não está necessariamente relacionada às qualificações em higiene ocupacional.

21.2 Implicações para higienistas.

Essas características diferenciadoras dos diversos tipos de serviços de higiene ocupacional possuem um efeito profundo sobre o que elas têm a probabilidade de trabalhar. Os objetivos, gerenciamento e custeio das organizações, tudo isso impõe restrições sobre como elas operam. Podemos considerar uma série de aspectos:

21.2.1 Prestação de serviços

Uma organização pode ser capaz, teoricamente, de fornecer uma ampla gama de serviços tais como preparação e auditoria de políticas, levantamentos e

investigações em campo, análise laboratorial, treinamento e informações, pesquisa, etc. Na prática, os serviços efetivamente prestados dependerão das restrições subjacentes.

21.2.2 Equipe

A qualidade de um serviço depende do calibre de sua equipe, mas os higienistas ocupacionais profissionais e técnicos competentes estão escassos. O recrutamento, treinamento, pagamento e retenção são influenciados pelo status, imagem, recursos e políticas da organização.

A competição pela equipe entre os diferentes tipos de serviços pode ser boa para o desenvolvimento profissional, mas também pode se prejudicial para a continuidade do trabalho da organização e a viabilidade de sua operação.

Alguns serviços podem necessitar ser multidisciplinares, empregando engenheiros, médicos, oficiais de segurança, etc., bem como higienistas. O grau em que a especialidade de um especialista é desenvolvido dependerá da gama de serviços prestados e do suporte disponível.

21.2.3 Instalações

O padrão das instalações e da instrumentação fornecidos dependerá da quantidade de fundos de capital disponíveis, a base das decisões de custeio e dos serviços a serem oferecidos.

Então, por exemplo, um instituto de pesquisa pode ter equipamento especializado que uma consultoria nunca poderia justificar.

21.2.4 Garantia da qualidade

A manutenção da qualidade em teste e consultoria é fundamental para qualquer serviço eficaz. Diferentes tipos de organização terão diferentes abordagens à garantia da qualidade. Os sistemas de qualidade podem ser formais ou informais, e serão influenciados:

- pelo tamanho e status da organização
- pela estrutura de gerenciamento e cultura.
- pelo calibre da equipe empregada.

- pelos serviços oferecidos.

Com frequência, as consultorias realizarão credenciamento de qualidade independente e formal, talvez através de um serviço de credenciamento nacional. Esses esquemas necessitam de recursos consideráveis para a manutenção do padrão de qualidade esperado, porém, as consultorias devem comprovar sua qualidade para seus clientes e então poderão justificar o custo. Poucos laboratórios internos ou universidades detêm esses credenciamentos. O controle de qualidade em universidades tende a se basear amplamente no calibre dos indivíduos envolvidos e frequentemente é muito informal.

21.3 O Higienista como um gerente.

O conceito do higienista como um gerente pode significar diferentes coisas para diferentes pessoas. Ele pode implicar:

- gerenciamento de programas de higiene ocupacional – projeto de programas, planejamento de sua implementação, condução e monitoramento,
- gerenciamento de um serviço de higiene – seja internamente ou como uma consultoria, com responsabilidade pela equipe, orçamento, etc.
- ser parte da equipe de gerenciamento de uma empresa, aconselhando os gerentes de linha sobre questões de higiene especializadas para atender às necessidades do negócio.
- mudança de carreira – mudar para uma área assim como marketing ou gerenciamento de linha com base nas habilidades adquiridas através da prática como um higienista.

Todas essas são interpretações possíveis, mas um conceito mais amplo da função de gerenciamento do higienista também é possível.

A eficácia de um higienista pode ser julgada pelo sucesso obtido na melhoria do ambiente de trabalho. O higienista deve lutar para relacionar a cooperação dos trabalhadores no programa de higiene ocupacional, com o suporte integral da administração e da utilização de capacidade máxima de qualquer outra equipe de higiene. A eficácia depende parcialmente do conhecimento técnico, mas principalmente de uma habilidade de se obter resultados. Ela pode

envolver:

- influenciar funcionários a utilizar as medidas de controle fornecidas adequadamente;
- supervisionar outra equipe de higiene para que tenha um desempenho ótimo; ou
- influenciar gerentes a tomarem ou apoiarem decisões.

Obter resultados dessa forma, através de pessoas, é a ciência da administração. Ela requer atitudes, conhecimento e habilidades que tradicionalmente não são ensinadas para higienistas.

Um higienista com técnica, mas sem funções de habilidade de gerenciamento como um especialista, convocado quando necessário para fornecer dados para outros tomarem decisões. Em contraste, o gerente de higiene ocupacional possui uma influência principal sobre as políticas da empresa, direção e desempenho. A habilidade de gerenciamento é, portanto, um requisito central para todos os higienistas sênior. As habilidades principais que devem ser dominadas incluem:

- Habilidades executivas e administrativas tais como o estabelecimento de objetivos, planejamento, supervisão, solução de problemas, tomada de decisões, gerenciamento de tempo, delegação, orçamento e auditoria;
- Habilidades de gerenciamento de pessoas incluindo entrevista para recrutamento, treinamento e desenvolvimento de equipe, aconselhamento, entrevista disciplinar, construção da equipe, liderança e motivação;
- Habilidades de comunicação como escrita de relatórios, fazer apresentações e falar em público, condução de reuniões, de persuasão (ou de vendas) e negociação.

Essas habilidades não podem operar em um vácuo: elas devem ser utilizadas em um cenário de cultura da organização, seus procedimentos, status atual e planos. Em particular, o higienista deve ser completamente familiarizado com:

- a natureza do negócio (os produtos ou serviços oferecidos, sua

importância relativa e prospectos);

- a estrutura organizacional, estilo de gerenciamento, sistemas e procedimentos;
- os métodos de fabricação utilizados.
- a função dos sindicatos comerciais; e
- o desempenho financeiro da empresa e do departamento de higiene ocupacional/ função.

Operar de forma bem-sucedida como um gerente não é uma habilidade natural para a maioria das pessoas, mas é algo que pode ser adquirido. A experiência é o professor máximo que os higienistas devem planejar deliberadamente para adquirirem experiência de situações de gerenciamento como parte de seu desenvolvimento de carreira. Exercícios simples de autodesenvolvimento podem ser bastante recompensadores, por exemplo:

- participar de uma reunião pública de uma autoridade local para analisar como o debate é conduzido e qual tipo de argumentos são eficazes;

- dar uma apresentação a um público hostil sobre um tópico importante de saúde;

- fazer com que alguém rastreie seu uso do tempo e lhe forneça feedback; ou

- mudar de uma pequena firma para uma grande (ou vice-versa) para experimentar uma mudança cultural.

O autodesenvolvimento, no entanto, pode ser doloroso e lento. Atualmente, as habilidades de gerenciamento podem ser ensinadas e cursos estão amplamente disponíveis. Os higienistas devem incluir treinamento de habilidades como parte de seus planos de desenvolvimento.

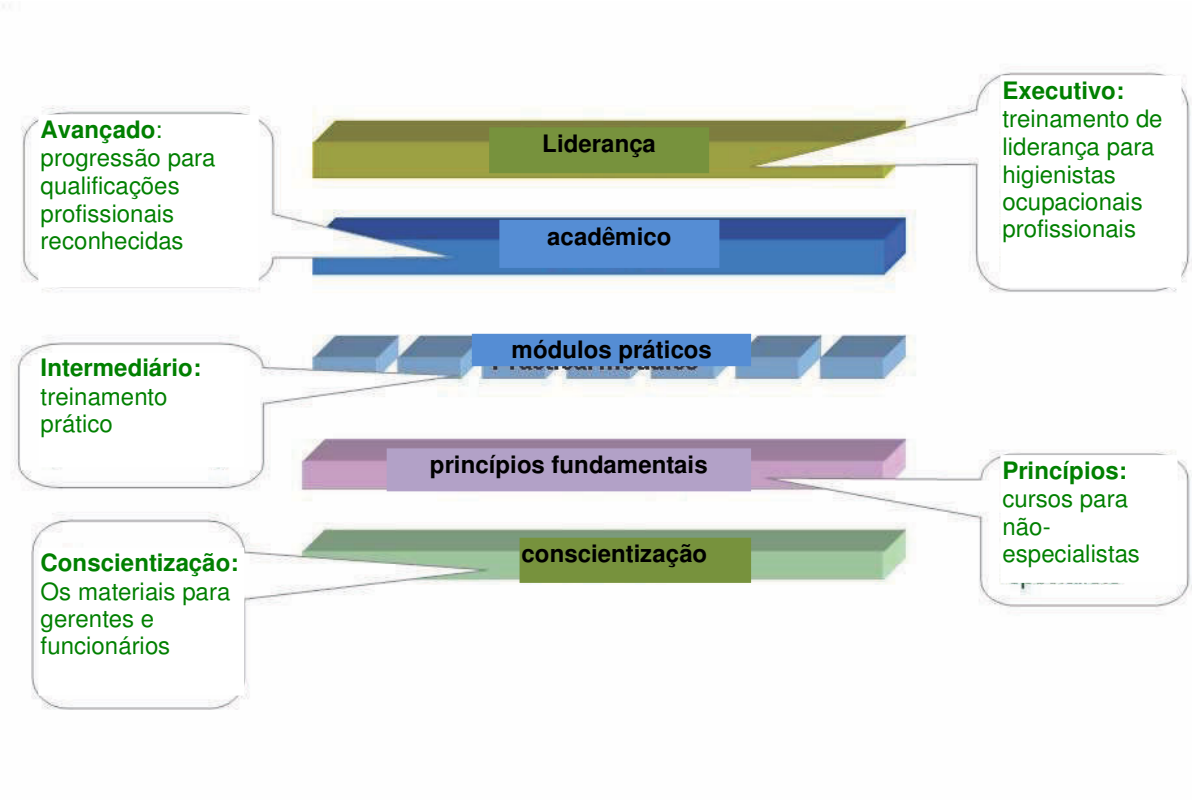
Um ajuste mais difícil é a mudança necessária nas atitudes. Tradicionalmente, os higienistas são consultores imparciais, os quais apresentam os fatos para outros tomarem decisões. Tornar-se um gerente implica estar disposto a tomar posse dos problemas. O gerente deve permanecer objetivo, mas os resultados devem ser orientados e não-imparciais. Os gerentes também devem desejar,

algumas vezes, tomar decisões com base nos dados incompletos, ao invés de adiar a ação até que uma prova científica esteja completa.

Para ser eficaz, o higienista deve ver a si próprio como uma parte integrante da organização com um interesse sem seu desempenho geral. O resultado, em termos de satisfação com o trabalho, remuneração e higiene ocupacional eficaz pode ser muito recompensador.

21.4 Desenvolvimento pessoal

A higiene ocupacional é um assunto que oferece oportunidades para a aprendizagem e desenvolvimento por toda uma vida. Não somente é amplo e tecnicamente desafiador, mas também evolui com o tempo criando nossos campos de conhecimento. Os cursos ensinados estão disponíveis em cinco níveis diferentes (vide figura).



Fonte:Steve Bailey

Figura 21.1 –Necessidades de educação e treinamento

Muitos higienistas são únicos em suas organizações e podem se sentir incertos sobre qual treinamento necessitam ou como se desenvolverem. Há muitas

formas para que os higienistas permaneçam em contato com os pares profissionais de forma que possam compartilhar informações e aprender uns com os outros.

21.4.1 Fazer parte de uma sociedade

Há sociedades de higiene ocupacional estabelecidas em aproximadamente 30 países. Detalhes podem ser encontrados no website da Associação Internacional de Higiene Ocupacional (IOHA) – vide www.IOHA.net (acessado em setembro de 2009).

Muitas sociedades oferecem conferências e reuniões para higienistas se reunirem, com Newsletters e websites para ajudar as pessoas a permanecerem em contato. Algumas também oferecem qualificações profissionais. A IOHA atualmente reconhece 11 de tais esquemas nacionais para qualificações em nível completo profissional. Além disso, há um trabalho em andamento para estabelecer um sistema global de treinamento e qualificações em nível técnico para facilitar a transferabilidade entre países.

21.4.2 Envolva-se

- §Faça parte de um fórum na Internet, assim como a lista de e-mail "UKOH" – vide http://www.mailtalk.ac.uk/ukoh acessado (fevereiro de 2010).
- Participe de conferências e dê apresentações

- Mantenha-se atualizado com a leitura de periódicos de higiene ocupacional tais como *The Annals of Occupational Hygiene* – vide http://annhyg.oxfordjournals.org/ (acessado em fevereiro de 2010) e o *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* –vide http://www.aiha.org/news- pubs/Pages/JOEH.aspx (acessado em fevereiro de 2010).

21.4.3 Construa sua rede

- Encontre um indivíduo com o qual você possa manter contato, seja como um amigo ou mentor.

- Faça parceria com uma universidade, consultoria ou organização de treinamento em sua área.

21.5 Ética

O dever principal de um higienista sempre deve ser proteger a saúde e bem-estar da força de trabalho. Mas o higienista também tem responsabilidades para com seu empregador, clientes (se o higienista for um consultor) e o público em geral. Inevitavelmente, então, questões éticas surgirão. Por exemplo:

- a confidencialidade dos dados de saúde ocupacional pessoal deve ser protegida, embora os empregadores devem ser informados sobre quais funcionários estão em risco.
- pode haver conflitos de lealdade entre os deveres de higienistas perante empregadores, trabalhadores, clientes e a lei.
- pode haver restrições sobre a liberdade do higienista para conduzir seus deveres, por exemplo, acesso aos locais, equipamentos disponíveis, tempo permitido, nível da equipe de suporte.
- o uso da equipe júnior para trabalho em campo pode levantar questões sobre a adequação da supervisão.
- propaganda e práticas de vendas de consultorias podem necessitar estar sujeitas a restrições éticas.

Os órgãos profissionais terão um Código de Ética por escrito a fim de assegurar que essas questões sejam tratadas com responsabilidade e de forma consistente pela profissão. As normas de conduta são tão rigorosas quanto aquelas exigidas por outras disciplinas profissionais, assim como medicina e direito. Os membros estão obrigados a cumprir o Código e podem estar sujeitos à ação disciplinar, e possivelmente expulsão, se não cumprirem.

De acordo com o código de ética, o dever principal perante os funcionários pode ser complementado por uma série de deveres acessórios, por exemplo:

Perante empregadores/clientes

- manter a confidencialidade de todas as informações sobre suas operações ou processos.

- Aconselhar de forma honesta, responsável e competente.

Perante a força de trabalho

- Manter uma atitude objetiva com relação aos riscos à saúde.
- Utilizar as informações obtidas unicamente para fins de higiene ocupacional e para o benefício da força de trabalho

Perante o público em geral

- Manter uma atitude objetiva em relação às questões de preocupação pública.
- Restringir-se às questões sobre as quais eles possam falar com autoridade, distinguindo entre o fato aceito e a opinião informada.

Perante outros profissionais

- Manter os mais altos níveis de integridade e competência profissional.
- Respeitar outros profissionais e evitar situações de conflito onde possível.

Além disso, os higienistas consultores possuem algumas responsabilidades especiais:

- Informar seu cliente de qualquer interesse ou emprego que possa comprometer sua independência
- Não trabalhar para mais de um cliente simultaneamente na mesma questão.
- Não aceitar pagamento ou favores de qualquer terceiro.
- Não solicitar para o trabalho de forma imprópria, por exemplo, oferecendo induções financeiras ou colocando em questão a habilidade de outro consultor.